

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	マーク(参考)
H01L 21/66		H01L 21/66	B 2G003
G01R 1/06		G01R 1/06	A 2G011
31/26		31/26	J 4M106
H01B 5/16		H01B 5/16	5E051
13/00	501	13/00	P 5F044

審査請求 未請求 請求項の数19 ○ L (全23頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2001-262550 (P 2001-262550)

(22)出願日 平成13年8月31日 (2001.8.31)

(71)出願人 000004178  
 ジェイエスアール株式会社  
 東京都中央区築地2丁目11番24号

(72)発明者 小久保 輝一  
 東京都中央区築地2丁目11番24号 ジェイ  
 エスアール株式会社内

(72)発明者 妹尾 浩司  
 東京都中央区築地2丁目11番24号 ジェイ  
 エスアール株式会社内

(74)代理人 100078754  
 弁理士 大井 正彦

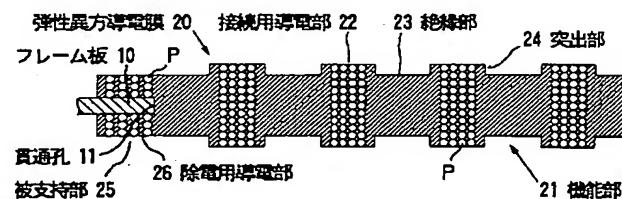
最終頁に続く

(54)【発明の名称】異方導電性コネクターおよびその製造方法並びにその応用製品

(57)【要約】 (修正有)

【課題】接続すべき回路装置の電極ピッチが小さくても、回路装置に対する位置合わせや保持固定を容易に行うことができ、全ての導電部について、良好な導電性が確実に得られると共に導電部間の絶縁性が確実に得られる異方導電性コネクターおよびその製造方法並びにその応用製品の提供。

【解決手段】異方導電性コネクターは、フレーム板10の貫通孔11およびその周辺部に、硬化されて弹性高分子物質となる液状の高分子物質形成材料中に磁性を示す導電性粒子が分散された弹性異方導電膜20用の成形材料層を形成し、この成形材料層の接続用導電部22となる部分および被支持部25となる部分にそれ以外の部分よりも大きい強度の磁場を作用させて、被支持部25となる部分に存在する導電性粒子を当該部分25に保持させた状態で、導電性粒子を接続用導電部22となる部分に集合させて厚み方向に配向させ、成形材料層を硬化処理することにより得られる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 厚み方向に伸びる貫通孔を有するフレーム板と、このフレーム板の貫通孔内に配置され、当該貫通孔の周辺部に支持された弹性異方導電膜とを有してなり、当該弹性異方導電膜が、磁性を示す導電性粒子が密に含有されてなる厚み方向に伸びる接続用導電部およびその周囲に形成された絶縁部よりなる機能部と、この機能部の周縁に一体に形成され、前記フレーム板における貫通孔の周辺部に固定された被支持部とよりなる異方導電性コネクターを製造する方法であって、

前記フレーム板の貫通孔およびその周辺部に、硬化処理によって弹性高分子物質となる液状の高分子物質形成材料中に磁性を示す導電性粒子が分散されてなる弹性異方導電膜用の成形材料層を形成し、

この成形材料層に対して、その接続用導電部となる部分および被支持部となる部分においてそれ以外の部分よりも大きい強度の磁場を作用させることにより、少なくとも成形材料層における被支持部となる部分に存在する導電性粒子を当該部分に保持させた状態で、当該成形材料層中の導電性粒子を接続用導電部となる部分に集合させて厚み方向に配向させ、この状態で前記成形材料層を硬化処理することにより、弹性異方導電膜を形成する工程を有することを特徴とする異方導電性コネクターの製造方法。

【請求項2】 複数の貫通孔を有するフレーム板を用い、このフレーム板の貫通孔の各々に、弹性異方導電膜を形成することを特徴とする請求項1に記載の異方導電性コネクターの製造方法。

【請求項3】 複数の接続用導電部が絶縁部によって相互に絶縁された状態で配置されてなる機能部を有する弹性異方導電膜を形成することを特徴とする請求項1または請求項2に記載の異方導電性コネクターの製造方法。

【請求項4】 フレーム板は、少なくとも貫通孔の周辺部が磁性を示すものであり、当該フレーム板の周辺部を磁化させることによって、成形材料層における被支持部となる部分に磁場を作用させることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の異方導電性コネクターの製造方法。

【請求項5】 フレーム板における貫通孔の周辺部は、その飽和磁化が $0.1 \text{ wb/m}^2$ 以上であることを特徴とする請求項4に記載の異方導電性コネクターの製造方法。

【請求項6】 フレーム板が磁性体により構成されていることを特徴とする請求項4または請求項5に記載の異方導電性コネクターの製造方法。

【請求項7】 フレーム板の線熱膨張係数が $3 \times 10^{-5} / \text{K}$ 以下であることを特徴とする請求項1乃至請求項6のいずれかに記載の異方導電性コネクターの製造方法。

【請求項8】 フレーム板の貫通孔は、その面方向における断面積を $S_1$ とし、当該貫通孔に形成される弹性異

方導電膜の接続用導電部の面方向における断面積の合計を $S_2$ としたとき、下記式(1)を満足するものであることを特徴とする請求項1乃至請求項7のいずれかに記載の異方導電性コネクターの製造方法。

【数1】 式(1)  $0.02 \leq (S_2 / S_1) \leq 0.5$

【請求項9】 フレーム板の貫通孔の内周面と形成すべき接続用導電部との最短離間距離が、当該接続用導電部の厚みの0.25倍以上であることを特徴とする請求項1乃至請求項8のいずれかに記載の異方導電性コネクターの製造方法。

【請求項10】 飽和磁化が $0.1 \text{ wb/m}^2$ 以上の導電性粒子を用いることを特徴とする請求項1乃至請求項9のいずれかに記載の異方導電性コネクターの製造方法。

【請求項11】 成形材料層に含有される導電性粒子の体積の合計を $V_1$ とし、形成すべき弹性異方導電膜における接続用導電部の体積の合計を $V_2$ としたとき、下記式(2)を満足することを特徴とする請求項1乃至請求項10のいずれかに記載の異方導電性コネクターの製造方法。

【数2】 式(2)  $0.1 \leq (V_2 / V_1) \leq 0.5$

【請求項12】 成形材料層に磁場を作用させた状態において、被支持部となる部分における磁束密度が、接続用導電部となる部分における磁束密度の30~150%であることを特徴とする請求項1乃至請求項11のいずれかに記載の異方導電性コネクターの製造方法。

【請求項13】 成形材料層における被支持部となる部分に作用させることにより、少なくとも当該被支持部となる部分に存在する導電性粒子を厚み方向に配向させて当該成形材料層の硬化処理を行うことにより、被支持部に除電用導電部を有する弹性異方導電膜を形成することを特徴とする請求項1乃至請求項12のいずれかに記載の異方導電性コネクターの製造方法。

【請求項14】 請求項1乃至請求項13のいずれかに記載の方法によって製造されたことを特徴とする異方導電性コネクター。

【請求項15】 回路装置の電気的検査に用いられるプローブ部材であって、

検査対象である回路装置の被検査電極のパターンに対応するパターンに従って導電部が形成された弹性異方導電膜を有する、請求項14に記載の異方導電性コネクターを具えてなることを特徴とするプローブ部材。

【請求項16】 被検査電極のパターンに対応するパターンに従って検査電極が表面に形成された検査用回路基板と、この検査用回路基板の表面に配置された異方導電性コネクターと、この異方導電性コネクターの表面に配置されたシート状コネクターとを具えてなり、

前記シート状コネクターは、絶縁性シートと、この絶縁性シートをその厚み方向に貫通して伸び、被検査電極のパターンに対応するパターンに従って配置された複数の

電極構造体とよりなることを特徴とする請求項15に記載のプローブ部材。

【請求項17】 請求項15または請求項16に記載のプローブ部材を具えてなり、当該プローブ部材を介して、検査対象である回路装置の被検査電極に対する電気的接続が達成されることを特徴とする回路装置の電気的検査装置。

【請求項18】 検査対象である回路装置を加熱する加熱手段を有し、当該加熱手段によって前記回路装置が所定の温度に加熱された状態で、当該回路装置の電気的検査が実行されることを特徴とする請求項17に記載の回路装置の電気的検査装置。

【請求項19】 請求項14に記載の異方導電性コネクターによって電気的に接続されてなることを特徴とする導電接続構造体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えば回路装置相互間の電気的接続を行うために用いられる異方導電性コネクターおよびその製造方法並びにその応用製品に関し、更に詳しくは、ウエハに形成された複数の集積回路の各々の電気的検査をウエハの状態で行うためのコネクターとして好適な異方導電性コネクターおよびその製造方法並びにその応用製品に関する。

【0002】

【従来の技術】 異方導電性エラストマーシートは、厚み方向にのみ導電性を示すもの、または厚み方向に加圧されたときに厚み方向にのみ導電性を示す加圧導電性導電部を有するものであり、ハンダ付けあるいは機械的嵌合などの手段を用いずにコンパクトな電気的接続を達成することが可能であること、機械的な衝撃やひずみを吸収してソフトな接続が可能であることなどの特長を有するため、このような特長を利用して、例えば電子計算機、電子式デジタル時計、電子カメラ、コンピューターキーボードなどの分野において、回路装置、例えばプリント回路基板とリードレスチップキャリアー、液晶パネルなどとの相互間の電気的な接続を達成するためのコネクターとして広く用いられている。

【0003】 また、プリント回路基板や半導体集積回路などの回路装置の電気的検査においては、検査対象である回路装置の一面に形成された被検査電極と、検査用回路基板の表面に形成された検査用電極との電気的な接続を達成するために、電気回路部品の被検査電極領域と検査用回路基板の検査用電極領域との間に異方導電性エラストマーシートを介在させることが行われている。

【0004】 従来、このような異方導電性エラストマーシートとしては、種々の構造のものが知られており、例えば特開昭51-93393号公報等には、金属粒子をエラストマー中に均一に分散して得られる異方導電性エラストマーシート（以下、これを「分散型異方導電性エ

ラストマーシート」という。）が開示され、また、特開昭53-147772号公報等には、導電性磁性体粒子をエラストマー中に不均一に分布させることにより、厚み方向に伸びる多数の導電部と、これらを相互に絶縁する絶縁部とが形成されてなる異方導電性エラストマーシート（以下、これを「偏在型異方導電性エラストマーシート」という。）が開示され、更に、特開昭61-250906号公報等には、導電部の表面と絶縁部との間に段差が形成された偏在型異方導電性エラストマーシートが開示されている。そして、偏在型異方導電性エラストマーシートは、接続すべき回路装置の電極パターンと対掌のパターンに従って導電部が形成されているため、分散型異方導電性エラストマーシートに比較して、接続すべき電極の配列ピッチすなわち隣接する電極の中心間距離が小さい回路装置などに対しても電極間の電気的接続を高い信頼性で達成することができる点で、有利である。

【0005】 このような偏在型異方導電性エラストマーシートにおいては、接続すべき回路装置との電気的接続作業において、当該電気回路部品に対して特定の位置関係をもって保持固定することが必要である。然るに、異方導電性エラストマーシートは柔軟で容易に変形しやすいものであって、その取扱い性が低いものであり、しかも、近年、電気製品の小型化あるいは高密度配線化に伴い、これに使用される回路装置は、電極数が増加し、電極の配列ピッチが一層小さくなつて高密度化する傾向にあるため、回路装置相互間の電気的接続や、回路装置の電気的検査における検査電極との電気的接続を行なう際に、偏在型異方導電性エラストマーシートの位置合わせ

30 および保持固定が困難になりつつある。また、回路装置の電気的検査においては、検査対象である回路装置の潜在的欠陥を発現させるため、当該回路装置を所定の温度に加熱した状態でその電気的検査を実行するバーンイン試験やヒートサイル試験が行われているが、このような試験においては、一旦は回路装置と偏在型異方導電性エラストマーシートとの所要の位置合わせおよび保持固定が実現された場合であつても、温度変化による熱履歴を受けると、熱膨張および熱収縮による応力の程度が、検査対象である回路装置を構成する材料と偏在型異方導電性エラストマーシートを構成する材料との間で異なるため、電気的接続状態が変化して安定な接続状態が維持されない、という問題がある。

【0006】 このような問題を解決するため、開口を有する金属製のフレーム板と、このフレーム板の開口に配置され、その周縁部が当該フレーム板の開口縁部に支持された異方導電性シートとよりなる異方導電性コネクターが提案されている（特開平11-40224号公報参照）。

【0007】 この異方導電性コネクターは、一般に、以下のようにして製造される。図19に示すように、上型

80 およびこれと対となる下型85よりなる異方導電性エラストマーシート成形用の金型を用意し、この金型内に、開口91を有するフレーム板90を位置合わせして配置すると共に、硬化処理によって弾性高分子物質となる高分子物質形成材料中に磁性を示す導電性粒子が分散されてなる成形材料を、フレーム板90の開口91およびその開口縁部を含む領域に供給して成形材料層95を形成する。ここで、成形材料層95に含有されている導電性粒子Pは、当該成形材料層95中に分散された状態である。上記の金型における上型80および下型85の各々は、成形すべき異方導電性エラストマーシートの導電部のパターンに対応するパターンに従って形成された複数の強磁性体層81、86と、これらの強磁性体層81、86が形成された個所以外の個所に形成された非磁性体層82、87とからなる成形面を有し、対応する強磁性体層81、86が互いに対向するよう配置されている。

【0008】そして、上型80の上面および下型85の下面に例えば一对の電磁石を配置してこれを作動させることにより、成形材料層95には、上型80の強磁性体層81とこれに対応する下型85の強磁性体層86との間の部分すなわち導電部となるべき部分において、それ以外の部分より大きい強度の磁場が当該成形材料層95の厚み方向に作用される。その結果、成形材料層95中に分散されている導電性粒子Pは、当該成形材料層95における大きい強度の磁場が作用されている部分、すなわち上型80の強磁性体層81とこれに対応する下型85の強磁性体層86との間の部分に集合し、更には厚み方向に並ぶよう配向する。そして、この状態で、成形材料層95の硬化処理を行うことにより、導電性粒子Pが厚み方向に並ぶよう配向した状態で含有された複数の導電部と、これらの導電部を相互に絶縁する絶縁部ととなる異方導電性エラストマーシートが、その周縁部がフレーム板の開口縁部に支持された状態で成形され、以て異方導電性コネクターが製造される。

【0009】このような異方導電性コネクターによれば、異方導電性エラストマーシートが金属板に支持されているため、変形しにくくて取扱いやすく、また、予め支持体に位置決め用マーク（例えば孔）を形成することにより、回路装置の電気的接続作業において、当該回路装置に対する位置合わせおよび保持固定を容易に行うことができ、しかも、支持体を構成する材料として熱膨張率の小さいものを用いることにより、異方導電性シートの熱膨張および熱収縮が支持体によって規制されるため、温度変化による熱履歴を受けた場合にも、良好な電気的接続状態が安定に維持される。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような異方導電性コネクターにおいては、以下のような問題があることが判明した。

(1) 異方導電性エラストマーシートの成形工程において、成形材料層95の厚み方向に磁場を作成させた際には、当該成形材料層95における導電部となるべき部分のうち内側に位置する部分、例えば図19において符号Xで示す部分（以下、「導電部形成部分X」という。）には、当該導電部形成部分Xおよびその周囲に存在する導電性粒子Pが集合する。然るに、導電部となるべき部分のうち最も外側に位置する部分、例えば図19において符号Yで示す部分（以下、「導電部形成部分Y」という。）には、当該導電部形成部分Yおよびその周囲に存在する導電性粒子Pが集合するだけでなく、フレーム板90の上方および下方に存在する導電性粒子Pも集合する。その結果、導電部形成部分Yにおいて形成される導電部は、導電性粒子Pが過剰に含有された状態となるため、隣接する導電部との絶縁性が得られず、これらの導電部を有効に利用することができない。また、導電部形成部分Yにおいて形成される導電部の導電性粒子Pの量が過剰となることを抑制するため、成形材料中における導電性粒子の含有量を少なくする手段も考えられるが、その他の導電部例は導電部形成部分Xにおいて形成される導電部における導電性粒子の含有量が過小となるため、当該導電部において良好な導電性が得られない。

【0011】(2) 上記の異方導電性コネクターにおいては、異方導電性エラストマーシートにおける周辺部は、フレーム板によって支持される被支持部として利用されるので、当該周辺部には、例えば回路装置の電極との電気的接続を行うための導電部が全く形成されていない。従って、異方導電性エラストマーシートの周辺部には、相当に大きい領域の絶縁部が存在するため、当該異方導電性コネクターの使用方法や使用環境によっては、

当該異方導電性エラストマーシートにおける周辺部の表面が静電気を帯びて種々の問題が生じる。例えば、異方導電性コネクターを回路装置の電気的検査に用いる場合には、検査すべき回路装置と検査用回路基板との間に異方導電性コネクターを介在させ、この異方導電性コネクターにおける異方導電性エラストマーシートを加圧することにより、検査すべき回路装置と検査用回路基板との電気的接続を達成して電気的検査が行われるが、加圧動作および剥離動作によって電荷が発生しやすく、多数の回路装置の電気的検査を連続して行うことにより、異方導電性エラストマーシートにおける周辺部の表面に電荷が蓄積され、高い電圧の静電気を帯びることになる。そして、当該静電気が異方導電性エラストマーシートの導電部を介して放電することにより、異方導電性エラストマーシートの導電部や検査用回路基板における配線回路だけでなく、検査対象である回路装置にまで悪影響を与えることがあり、その結果、異方導電性エラストマーシートや検査用回路基板が故障したり、検査対象である被検査回路装置が破壊するおそれがある。また、異方導電性エラストマーシートの表面に電荷が蓄積されて静電気

を帯びると、当該静電気によって、検査すべき回路装置が異方導電性エラストマーシートに貼りつくため、検査作業を円滑に行なうことが困難となる。

【0012】本発明は、以上のような事情に基づいてなされたものであって、その第1の目的は、接続すべき回路装置の電極のピッチが小さいものであっても、当該回路装置に対する位置合わせおよび保持固定を容易に行なうことができ、しかも、全ての導電部について、良好な導電性が確実に得られると共に隣接する導電部との絶縁性が確実に得られる異方導電性コネクターおよびその製造方法を提供することにある。本発明の第2の目的は、上記の目的に加えて、温度変化による熱履歴などの環境の変化に対しても良好な電気的接続状態が安定に維持される異方導電性コネクターおよびその製造方法を提供することにある。本発明の第3の目的は、上記の目的に更に加えて、静電気による悪影響を排除することができる異方導電性コネクターおよびその製造方法を提供することにある。本発明の第4の目的は、検査対象である回路装置の被検査電極のピッチが小さいものであっても、当該回路装置に対する位置合わせおよび保持固定を容易に行なうことができ、しかも、各被検査電極に対する接続信頼性の高いプローブ部材を提供することにある。本発明の第5の目的は、検査対象である回路装置の被検査電極のピッチが小さいものであっても、当該回路装置に対する位置合わせおよび保持固定を容易に行なうことができ、しかも、各被検査電極に対する接続信頼性の高い回路装置の電気的検査装置を提供することにある。本発明の第6の目的は、回路装置間の接続信頼性の高い導電接続構造体を提供することにある。

## 【0013】

【課題を解決するための手段】本発明の異方導電性コネクターの製造方法は、厚み方向に伸びる貫通孔を有するフレーム板と、このフレーム板の貫通孔内に配置され、当該貫通孔の周辺部に支持された弾性異方導電膜とを有し、当該弾性異方導電膜が、磁性を示す導電性粒子が密に含有されてなる厚み方向に伸びる接続用導電部およびその周囲に形成された絶縁部よりなる機能部と、この機能部の周縁に一体に形成され、前記フレーム板における貫通孔の周辺部に固定された被支持部とよりなる異方導電性コネクターを製造する方法であって、前記フレーム板の貫通孔およびその周辺部に、硬化処理によって弾性高分子物質となる液状の高分子物質形成材料中に磁性を示す導電性粒子が分散されてなる弾性異方導電膜用の成形材料層を形成し、この成形材料層に対して、その接続用導電部となる部分および被支持部となる部分においてそれ以外の部分よりも大きい強度の磁場を作用させることにより、少なくとも成形材料層における被支持部となる部分に存在する導電性粒子を当該部分に保持させた状態で、当該成形材料層中の導電性粒子を接続用導電部となる部分に集合させて厚み方向に配向させ、この状態で前

記成形材料層を硬化処理することにより、弾性異方導電膜を形成することを特徴とする。

【0014】本発明の異方導電性コネクターの製造方法においては、複数の貫通孔を有するフレーム板を用い、このフレーム板の貫通孔の各々に、弾性異方導電膜を形成してもよい。また、複数の接続用導電部が絶縁部によって相互に絶縁された状態で配置された機能部を有する弾性異方導電膜を形成してもよい。

【0015】また、本発明の異方導電性コネクターの製

10 造方法においては、前記フレーム板は、少なくとも貫通孔の周辺部が磁性を示すものであり、当該フレーム板の周辺部を磁化させることによって、成形材料層における被支持部となる部分に磁場を作用させることが好ましい。また、前記フレーム板における貫通孔の周辺部は、その飽和磁化が  $0.1 \text{ wb/m}^2$  以上であることが好ましい。また、前記フレーム板が磁性体により構成されていることが好ましい。また、前記フレーム板の線熱膨張係数が  $3 \times 10^{-5} / \text{K}$  以下であることが好ましい。

【0016】また、本発明の異方導電性コネクターの製

20 造方法においては、前記フレーム板の貫通孔は、その面方向における断面積を  $S_1$  とし、当該貫通孔に形成される弾性異方導電膜の接続用導電部の面方向における断面積の合計を  $S_2$  としたとき、下記式(1)を満足するものであることが好ましい。

## 【0017】

【数3】式(1)  $0.02 \leq (S_2 / S_1) \leq 0.5$

【0018】また、本発明の異方導電性コネクターの製造方法においては、フレーム板の貫通孔の内周面と形成すべき接続用導電部との最短離間距離が、当該接続用導

30 電部の厚みの0.25倍以上であることが好ましい。また、前記成形材料層に含有される磁性を示す導電性粒子として、飽和磁化が  $0.1 \text{ wb/m}^2$  以上の導電性粒子を用いることが好ましい。

【0019】また、本発明の異方導電性コネクターの製造方法においては、前記成形材料層に含有される導電性粒子の体積の合計を  $V_1$  とし、形成すべき弾性異方導電膜における接続用導電部の体積の合計を  $V_2$  としたとき、下記式(2)を満足することが好ましい。

## 【0020】

40 【数4】式(2)  $0.1 \leq (V_2 / V_1) \leq 0.5$

【0021】また、本発明の異方導電性コネクターの製造方法においては、前記成形材料層に磁場を作用させた状態において、被支持部となる部分における磁束密度が、接続用導電部となる部分における磁束密度の30～150%であることが好ましい。

【0022】また、本発明の異方導電性コネクターの製造方法においては、前記成形材料層における被支持部となる部分に作用させることにより、少なくとも当該被支持部となる部分に存在する導電性粒子を厚み方向に配向させて当該成形材料層の硬化処理を行うことにより、被

支持部に除電用導電部を有する弾性異方導電膜を形成することが好ましい。

【0023】本発明の異方導電性コネクターは、上記の方法によって製造されたことを特徴とする。

【0024】本発明のプローブ部材は、回路装置の電気的検査に用いられるプローブ部材であって、検査対象である回路装置の被検査電極のパターンに対応するパターンに従って導電部が形成された弾性異方導電膜を有する、上記の異方導電性コネクターを具えてなることを特徴とする。

【0025】本発明のプローブ部材は、被検査電極のパターンに対応するパターンに従って検査電極が表面に形成された検査用回路基板と、この検査用回路基板の表面に配置された異方導電性コネクターと、この異方導電性コネクターの表面に配置されたシート状コネクターとを具えてなり、前記シート状コネクターは、絶縁性シートと、この絶縁性シートをその厚み方向に貫通して伸び、被検査電極のパターンに対応するパターンに従って配置された複数の電極構造体とよりなるものであってもよい。

【0026】本発明の回路装置の電気的検査装置は、上記のプローブ部材を具えてなり、当該プローブ部材を介して、検査対象である回路装置の被検査電極に対する電気的接続が達成されることを特徴とする。

【0027】本発明の回路装置の電気的検査装置においては、検査対象である回路装置を加熱する加熱手段を有し、当該加熱手段によって前記回路装置が所定の温度に加熱された状態で、当該回路装置の電気的検査が実行されることが好ましい。

【0028】本発明の導電接続構造体は、上記の異方導電性コネクターによって電気的に接続されてなることを特徴とする。

【0029】

【作用】本発明によれば、その弾性異方導電膜の形成において、成形材料層における被支持部となる部分に大きい強度の磁場を作用させることにより、当該被支持部となる部分に存在する導電性粒子を当該部分に保持させた状態で、当該成形材料層の硬化処理を行うため、成形材料層における被支持部となる部分すなわちフレーム板における貫通孔の周辺部の上方および下方に位置する部分に存在する導電性粒子が、接続用導電部となる部分に集合することがなく、その結果、得られる弾性異方導電膜における接続用導電部のうち最も外側に位置する接続用導電部に、過剰な量の導電性粒子が含有されることが防止される。従って、各接続用導電部において適当な量の導電性粒子を含有させることができるので、弾性異方導電膜の全ての接続用導電部において、良好な導電性を有すると共に隣接する接続用導電部との間に所要の絶縁性を有する異方導電性コネクターが得られる。また、前記成形材料層における被支持部となる部分に存在する導電

性粒子を厚み方向に配向させ、当該被支持部に除電用導電部を有する弾性異方導電膜を形成することにより、当該弾性異方導電膜の表面に生じた静電気が当該除電用導電部を介して除電することが可能となるため、弾性異方導電膜の表面に電荷が蓄積されることを防止または抑制することができ、その結果、静電気による悪影響を排除することができる。

【0030】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【異方導電性コネクター】図1は、本発明に係る異方導電性コネクターの一例を示す平面図、図2は、図1に示す異方導電性コネクターの一部を拡大して示す平面図、図3は、図1に示す異方導電性コネクターにおける弾性異方導電膜を拡大して示す平面図、図4は、図1に示す異方導電性コネクターにおける弾性異方導電膜を拡大して示す説明用断面図である。

【0031】図1に示す異方導電性コネクターは、例えば複数の集積回路が形成されたウエハについて当該集積回路の各々の電気的検査をウエハの状態で行うために用いられるものであって、図2に示すように、それぞれ厚み方向に貫通して伸びる複数の貫通孔11(破線で示す)が形成されたフレーム板10を有する。このフレーム板10の貫通孔11は、検査対象であるウエハにおける集積回路の被検査電極が形成された電極領域のパターンに対応して形成されている。フレーム板10の各貫通孔11内には、厚み方向に導電性を有する弾性異方導電膜20が、当該フレーム板10の当該貫通孔11の周辺部に支持された状態で配置されている。また、この例におけるフレーム板10には、後述する製造方法において、フレーム板10の貫通孔11内に弾性異方導電膜20を形成する際のガス抜き用の孔15が形成されている。

【0032】弾性異方導電膜20は、その基材が弾性高分子物質よりも、図3に示すように、厚み方向(図3において紙面と垂直な方向)に伸びる複数の接続用導電部22と、この接続用導電部22の各々の周囲に形成され、当該接続用導電部22の各々を相互に絶縁する絶縁部23とよりなる機能部21を有し、当該機能部21は、フレーム板10の貫通孔11に位置するよう配置されている。この機能部21の周縁には、フレーム板10における貫通孔11の周辺部に固定支持された被支持部25が、当該機能部21に一体に連続して形成されている。具体的には、この例における被支持部25は、二股状に形成されており、フレーム板10における貫通孔11の周辺部を把持するよう密着した状態で固定支持されている。

【0033】弾性異方導電膜20の機能部21における接続用導電部22には、図4に示すように、磁性を示す導電性粒子Pが厚み方向に並ぶよう配向した状態で密に

含有されている。これに対して、絶縁部23は、導電性粒子Pが全く或いは殆ど含有されていないものである。また、図示の例では、弹性異方導電膜20における機能部21の両面には、接続用導電部22およびその周辺部分が位置する個所に、それ以外の表面から突出する突出部24が形成されている。

【0034】弹性異方導電膜20における被支持部25には、導電性粒子Pが含有されている。この例における被支持部25には、導電性粒子Pが厚み方向に並ぶよう配向した状態で含有されており、これにより、導電性粒子Pによって厚み方向に導電路が形成される除電用導電部26が、被支持部25全体にわたって形成されている。但し、本発明において、弹性異方導電膜20の被支持部25に除電用導電路26が形成されていることは必須のことではない。

【0035】フレーム板10の厚みは、その材質によって異なるが、30～600μmであることが好ましく、より好ましくは40～400μmである。この厚みが30μm未満である場合には、異方導電性コネクターを使用する際に必要な強度が得られず、耐久性が低いものとなりやすく、また、当該フレーム板10の形状が維持される程度の剛性が得られず、異方導電性コネクターの取扱い性が低いものとなる。一方、厚みが600μmを超える場合には、貫通孔11に形成される弹性異方導電膜20は、その厚みが過大なものとなって、接続用導電部22における良好な導電性および隣接する接続用導電部22間における絶縁性を得ることが困難となることがある。フレーム板10の貫通孔11における面方向の形状および寸法は、検査対象であるウエハの被検査電極の寸法、ピッチおよびパターンに応じて設計される。

【0036】弹性異方導電膜20の全厚（図示の例では接続用導電部22における厚み）は、50～3000μmであることが好ましく、より好ましくは70～2500μm、特に好ましくは100～2000μmである。この厚みが50μm以上であれば、十分な強度を有する弹性異方導電膜20が確実に得られる。一方、この厚みが3000μm以下であれば、所要の導電性特性を有する接続用導電部22が確実に得られる。突出部24の突出高さは、その合計が当該突出部24における厚みの10%以上であることが好ましく、より好ましくは20%以上である。このような突出高さを有する突出部24を形成することにより、小さい加圧力で接続用導電部22が十分に圧縮されるため、良好な導電性が確実に得られる。また、突出部24の突出高さは、当該突出部24の最短幅または直径の100%以下であることが好ましく、より好ましくは70%以下である。このような突出高さを有する突出部24を形成することにより、当該突出部24が加圧されたときに座屈するがないため、所期の導電性が確実に得られる。また、被支持部25の厚み（図示の例では二股部分の一方の厚み）は、5～6

00μmであることが好ましく、より好ましくは10～500μm、特に好ましくは20～400μmである。また、被支持部25は二股状に形成されることは必須のことではなく、フレーム板10の一面のみに固定されていてもよい。

【0037】フレーム板10の貫通孔11は、その面方向における断面積をS<sub>1</sub>とし、当該貫通孔11に形成される弹性異方導電膜20の接続用導電部22の面方向における断面積の合計をS<sub>2</sub>としたとき、比(S<sub>2</sub> / S<sub>1</sub>)の値が0.02～0.5となるよう設計されることが好ましい。この比(S<sub>2</sub> / S<sub>1</sub>)の値が0.02未満である場合には、後述する製造方法において、成形材料層における接続用導電部となる部分に集合する導電性粒子の量が過大となりやすく、その結果、得られる弹性異方導電膜20において、隣接する接続用導電部22間の絶縁性を確保することが困難となることがある。一方、この比(S<sub>2</sub> / S<sub>1</sub>)の値が0.5を超える場合には、後述する製造方法において、成形材料層に磁場を作成させることによって接続用導電部となる部分に集合する導電性粒子の量が過小となりやすく、その結果、十分な導電性を有する接続用導電部22を得ることが困難となることがある。

【0038】また、フレーム板10の貫通孔11の内周面と弹性異方導電膜20の接続用導電部22との最短離間距離が、当該接続用導電部22の厚みの0.25倍以上であることが好ましい。この最短離間距離が接続用導電部22の厚みの0.25倍未満である場合には、接続用導電部22が厚み方向に十分に圧縮されず、小さい加圧力で十分な導電性が得られないことがある。また、フレーム板10として磁性体よりなるものを用いる場合には、後述する製造方法において、被支持部となる部分に集合する導電性粒子の量が過大となりやすく、その結果、十分な導電性を有する接続用導電部22を得ることが困難となることがある。

【0039】フレーム板10を構成する材料としては、当該フレーム板10が容易に変形せず、その形状が安定に維持される程度の剛性を有するものであれば特に限定されず、例えば、金属材料、セラミックス材料、樹脂材料などの種々の材料を用いることができ、フレーム板10を例えば金属材料により構成する場合には、当該フレーム板10の表面に絶縁性被膜が形成されていてもよい。フレーム板10を構成する金属材料の具体例としては、鉄、銅、ニッケル、クロム、コバルト、マグネシウム、マンガン、モリブデン、インジウム、鉛、パラジウム、チタン、タンクステン、アルミニウム、金、白金、銀などの金属またはこれらを2種以上組み合わせた合金若しくは合金鋼などが挙げられる。フレーム板10を構成する樹脂材料の具体例としては、液晶ポリマー、ポリイミド樹脂などが挙げられる。

【0040】また、フレーム板10は、後述する製造方

法において、成形材料層における被支持部25となる部分にそれ以外の部分より大きい強度の磁場を容易に作用させることができる点で、少なくとも貫通孔11の周辺部すなわち弹性異方導電膜20を支持する部分が磁性を示すもの、具体的にはその飽和磁化が0.1wb/m<sup>2</sup>以上のものであることが好ましく、特に、当該フレーム板10の作製が容易な点で、フレーム板10全体が磁性体により構成されていることが好ましい。このようなフレーム板10を構成する磁性体の具体例としては、鉄、ニッケル、コバルト若しくはこれらの磁性金属の合金またはこれらの磁性金属と他の金属との合金若しくは合金鋼などが挙げられる。

【0041】また、フレーム板10を構成する材料としては、線熱膨張係数が $3 \times 10^{-5}$ /K以下のものを用いることが好ましく、より好ましくは $2 \times 10^{-5} \sim 1 \times 10^{-6}$ /K、特に好ましくは $6 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-6}$ /Kである。このような材料の具体例としては、インバーなどのインバー型合金、エリンバーなどのエリンバー型合金、スーパーインバー、コバール、42合金などの磁性金属の合金または合金鋼などが挙げられる。

【0042】弹性異方導電膜20を構成する弹性高分子物質としては、架橋構造を有する耐熱性の高分子物質が好ましい。かかる架橋高分子物質を得るために用いることができる硬化性の高分子物質形成材料としては、種々のものを用いることができ、その具体例としては、シリコーンゴム、ポリブタジエンゴム、天然ゴム、ポリイソブレンゴム、スチレン-ブタジエン共重合体ゴム、アクリロニトリル-ブタジエン共重合体ゴムなどの共役ジエン系ゴムおよびこれらの水素添加物、スチレン-ブタジエン-ジエンブロック共重合体ゴム、スチレン-イソブレンブロック共重合体などのブロック共重合体ゴムおよびこれらの水素添加物、クロロブレン、ウレタンゴム、ポリエステル系ゴム、エビクロルヒドリンゴム、エチレン-プロピレン共重合体ゴム、エチレン-ブロピレン-ジエン共重合体ゴム、軟質液状エポキシゴムなどが挙げられる。これらの中では、シリコーンゴムが、成形加工性および電気特性の点で好ましい。

【0043】シリコーンゴムとしては、液状シリコーンゴムを架橋または縮合したものが好ましい。液状シリコーンゴムは、その粘度が歪速度 $10^{-1}$ secで $10^5$ ポアズ以下のものが好ましく、縮合型のもの、付加型のもの、ビニル基やヒドロキシル基を含有するものなどのいずれであってもよい。具体的には、ジメチルシリコーンゴム、メチルビニルシリコーン生ゴム、メチルフェニルビニルシリコーン生ゴムなどを挙げることができる。

【0044】これらの中で、ビニル基を含有する液状シリコーンゴム（ビニル基含有ポリジメチルシリコサン）は、通常、ジメチルジクロロシランまたはジメチルアルコキシシランを、ジメチルビニルクロロシランまたはジメチルビニルアルコキシシランの存在下において、加

水分解および縮合反応させ、例えば引続き溶解-沈殿の繰り返しによる分別を行うことにより得られる。また、ビニル基を両末端に含有する液状シリコーンゴムは、オクタメチルシクロテトラシロキサンのような環状シロキサンを触媒の存在下においてアニオン重合し、重合停止剤として例えばジメチルジビニルシリコサンを用い、その他の反応条件（例えば、環状シロキサンの量および重合停止剤の量）を適宜選択することにより得られる。ここで、アニオン重合の触媒としては、水酸化テトラメチルアンモニウムおよび水酸化n-ブチルホスホニウムなどのアルカリまたはこれらのシラノレート溶液などを用いることができ、反応温度は、例えば80～130℃である。このようなビニル基含有ポリジメチルシリコサンは、その分子量M<sub>w</sub>（標準ポリスチレン換算重量平均分子量をいう。以下同じ。）が10000～40000のものであることが好ましい。また、得られる弹性異方導電膜20の耐熱性の観点から、分子量分布指数（標準ポリスチレン換算重量平均分子量M<sub>w</sub>と標準ポリスチレン換算数平均分子量M<sub>n</sub>との比M<sub>w</sub>/M<sub>n</sub>の値をいう。以下同じ。）が2以下のものが好ましい。

【0045】一方、ヒドロキシル基を含有する液状シリコーンゴム（ヒドロキシル基含有ポリジメチルシリコサン）は、通常、ジメチルジクロロシランまたはジメチルジアルコキシシランを、ジメチルヒドロクロロシランまたはジメチルヒドロアルコキシシランの存在下において、加水分解および縮合反応させ、例えば引続き溶解-沈殿の繰り返しによる分別を行うことにより得られる。また、環状シロキサンを触媒の存在下においてアニオン重合し、重合停止剤として、例えばジメチルヒドロクロロシラン、メチルジヒドロクロロシランまたはジメチルヒドロアルコキシシランなどを用い、その他の反応条件（例えば、環状シロキサンの量および重合停止剤の量）を適宜選択することによっても得られる。ここで、アニオン重合の触媒としては、水酸化テトラメチルアンモニウムおよび水酸化n-ブチルホスホニウムなどのアルカリまたはこれらのシラノレート溶液などを用いることができ、反応温度は、例えば80～130℃である。

【0046】このようなヒドロキシル基含有ポリジメチルシリコサンは、その分子量M<sub>w</sub>が10000～40000のものであることが好ましい。また、得られる弹性異方導電膜20の耐熱性の観点から、分子量分布指数が2以下のものが好ましい。本発明においては、上記のビニル基含有ポリジメチルシリコサンおよびヒドロキシル基含有ポリジメチルシリコサンのいずれか一方を用いることもでき、両者を併用することもできる。

【0047】高分子物質形成材料中には、当該高分子物質形成材料を硬化させるための硬化触媒を含有させることができる。このような硬化触媒としては、有機過酸化物、脂肪酸アゾ化合物、ヒドロシリル化触媒などを用いることができる。硬化触媒として用いられる有機過酸化

物の具体例としては、過酸化ベンゾイル、過酸化ビスジシクロベンゾイル、過酸化ジクミル、過酸化ジターシャリーブチルなどが挙げられる。硬化触媒として用いられる脂肪酸アゾ化合物の具体例としては、アゾビスイソブチロニトリルなどが挙げられる。ヒドロシリル化反応の触媒として使用し得るもの的具体例としては、塩化白金酸およびその塩、白金-不飽和基含有シロキサンコンプレックス、ビニルシロキサンと白金とのコンプレックス、白金と1, 3-ジビニルテトラメチルジシロキサンとのコンプレックス、トリオルガノホスフィンあるいはホスファイトと白金とのコンプレックス、アセチルアセテート白金キレート、環状ジエンと白金とのコンプレックスなどの公知のものが挙げられる。硬化触媒の使用量は、高分子物質形成材料の種類、硬化触媒の種類、その他の硬化処理条件を考慮して適宜選択されるが、通常、高分子物質形成材料100重量部に対して3~15重量部である。

【0048】弹性異方導電膜20における接続用導電部22および被支持部25に含有される導電性粒子Pとしては、後述する方法によって、当該弹性異方導電膜20を形成するための成形材料中において当該導電性粒子Pを容易に移動させることができると観点から、磁性を示すものを用いることが好ましい。このような磁性を示す導電性粒子Pの具体例としては、鉄、ニッケル、コバルトなどの磁性を示す金属の粒子若しくはこれらの合金の粒子またはこれらの金属を含有する粒子、またはこれらの粒子を芯粒子とし、当該芯粒子の表面に金、銀、パラジウム、ロジウムなどの導電性の良好な金属のメッキを施したもの、あるいは非磁性金属粒子若しくはガラスビーズなどの無機物質粒子またはポリマー粒子を芯粒子とし、当該芯粒子の表面に、ニッケル、コバルトなどの導電性磁性体のメッキを施したもの、あるいは芯粒子に、導電性磁性体および導電性の良好な金属の両方を被覆したものなどが挙げられる。これらの中では、ニッケル粒子を芯粒子とし、その表面に金や銀などの導電性の良好な金属のメッキを施したもの用いることが好ましい。芯粒子の表面に導電性金属を被覆する手段としては、特に限定されるものではないが、例えば無電解メッキにより行うことができる。

【0049】導電性粒子Pとして、芯粒子の表面に導電性金属が被覆されてなるものを用いる場合には、良好な導電性が得られる観点から、粒子表面における導電性金属の被覆率（芯粒子の表面積に対する導電性金属の被覆面積の割合）が40%以上であることが好ましく、さらに好ましくは45%以上、特に好ましくは47~95%である。また、導電性金属の被覆量は、芯粒子の2.5~50重量%であることが好ましく、より好ましくは3~45重量%、さらに好ましくは3.5~40重量%、特に好ましくは5~30重量%である。

【0050】また、導電性粒子Pの粒子径は、1~50

0μmであることが好ましく、より好ましくは2~400μm、さらに好ましくは5~300μm、特に好ましくは10~150μmである。また、導電性粒子Pの粒子径分布(Dw/Dn)は、1~10であることが好ましく、より好ましくは1~7、さらに好ましくは1~5、特に好ましくは1~4である。このような条件を満足する導電性粒子Pを用いることにより、得られる弹性異方導電膜20は、加圧変形が容易なものとなり、また、当該弹性異方導電膜における接続用導電部22において導電性粒子P間に十分な電気的接触が得られる。また、導電性粒子Pの形状は、特に限定されるものではないが、高分子物質形成材料中に容易に分散させができる点で、球状のもの、星形状のものあるいはこれらが凝集した2次粒子による塊状のものであることが好ましい。

【0051】また、導電性粒子Pの含水率は、5%以下であることが好ましく、より好ましくは3%以下、さらに好ましくは2%以下、特に好ましくは1%以下である。このような条件を満足する導電性粒子Pを用いることにより、後述する製造方法において、成形材料層を硬化処理する際に、当該成形材料層内に気泡が生ずることが防止または抑制される。

【0052】また、導電性粒子Pの表面がシランカップリング剤などのカップリング剤で処理されたものを適宜用いることができる。導電性粒子Pの表面がカップリング剤で処理されることにより、当該導電性粒子Pと弹性高分子物質との接着性が高くなり、その結果、得られる弹性異方導電膜20は、繰り返しの使用における耐久性が高いものとなる。カップリング剤の使用量は、導電性粒子Pの導電性に影響を与えない範囲で適宜選択されるが、導電性粒子Pの表面におけるカップリング剤の被覆率（導電性芯粒子の表面積に対するカップリング剤の被覆面積の割合）が5%以上となる量であることが好ましく、より好ましくは上記被覆率が7~100%，さらに好ましくは10~100%，特に好ましくは20~100%となる量である。

【0053】機能部21の接続用導電部22における導電性粒子Pの含有割合は、体積分率で10~60%，好ましくは15~50%となる割合で用いられることが好ましい。この割合が10%未満の場合には、十分に電気抵抗値の小さい接続用導電部22が得られないことがある。一方、この割合が60%を超える場合には、得られる接続用導電部22は脆弱なものとなりやすく、接続用導電部22として必要な弹性が得られないことがある。被支持部25における導電性粒子Pの含有割合は、弹性異方導電膜20を形成するための成形材料中の導電性粒子の含有割合によって異なるが、弹性異方導電膜20における接続用導電部22のうち最も外側に位置する接続用導電部22に、過剰な量の導電性粒子Pが含有されることが確実に防止される点で、成形材料中の導電性粒子

の含有割合と同等若しくはそれ以上であることが好ましく、また、十分な強度を有する被支持部25が得られる点で、体積分率で40%以下であることが好ましい。また、この例のように被支持部25に除電用導電部26を形成する場合には、除電用導電部26における導電性粒子Pの含有割合は、体積分率で3~40%、好ましくは3~30%であることが好ましい。この割合が3%未満の場合には、弾性異方導電膜20の表面に生じた静電気を十分に除電することが困難となることがある。

【0054】高分子物質形成材料中には、必要に応じて、通常のシリカ粉、コロイダルシリカ、エアロゲルシリカ、アルミナなどの無機充填材を含有させることができ。このような無機充填材を含有させることにより、得られる成形材料のチクソトロピー性が確保され、その粘度が高くなり、しかも、導電性粒子Pの分散安定性が向上すると共に、硬化処理されて得られる弾性異方導電膜20の強度が高くなる。このような無機充填材の使用量は、特に限定されるものではないが、あまり多量に使用すると、後述する製造方法において、磁場による導電性粒子Pの移動が大きく阻害されるため、好ましくない。

【0055】上記の異方導電性コネクターは、例えば以下のようにして製造することができる。先ず、図5に示すように、弾性異方導電性膜成形用の金型60を用意する。この金型60は、上型61およびこれと対となる下型65が互いに対向するよう配置されて構成されている。上型61においては、図6に拡大して示すように、基板62の下面に、成形すべき弾性異方導電性膜20の接続用導電部22の配置パターンに対応するパターンに従って強磁性体層63が形成され、この強磁性体層63以外の個所には、非磁性体層64が形成されており、これらの強磁性体層63および非磁性体層64によって成形面が形成されている。また、上型61の成形面には、成形すべき弾性異方導電膜20における突出部24に対応して凹所64aが形成されている。一方、下型65においては、基板66の上面に、成形すべき弾性異方導電膜20の接続用導電部22の配置パターンと同一のパターンに従って強磁性体層67が形成され、この強磁性体層67以外の個所には、非磁性体層68が形成されており、これらの強磁性体層67および非磁性体層68によって成形面が形成されている。また、下型65の成形面には、成形すべき弾性異方導電膜20における突出部24に対応して凹所68aが形成されている。

【0056】上型61および下型65の各々における基板62、66は、強磁性体により構成されていることが好ましく、このような強磁性体の具体例としては、鉄、鉄ニッケル合金、鉄コバルト合金、ニッケル、コバルトなどの強磁性金属が挙げられる。この基板62、66は、その厚みが0.1~5.0mmであることが好ましく、表面が平滑で、化学的に脱脂処理され、また、機械

的に研磨処理されたものであることが好ましい。

【0057】また、上型61および下型65の各々における強磁性体層63、67を構成する材料としては、鉄、鉄ニッケル合金、鉄コバルト合金、ニッケル、コバルトなどの強磁性金属を用いることができる。この強磁性体層63、67は、その厚みが10μm以上であることが好ましい。この厚みが10μm以上であれば、成形材料層20Aに対して、十分な強度分布を有する磁場を作用させることができ、この結果、当該成形材料層20Aにおける接続用導電部22となるべき部分に導電性粒子を高密度に集合させることができ、良好な導電性を有する接続用導電部22が得られる。

【0058】また、上型61および下型65の各々における非磁性体層64、68を構成する材料としては、銅などの非磁性金属、耐熱性を有する高分子物質などを用いることができるが、フォトリソグラフィーの手法により容易に非磁性体層64、68を形成することができる点で、放射線によって硬化された高分子物質を好ましく用いることができ、その材料としては、例えばアクリル系のドライフィルムレジスト、エポキシ系の液状レジスト、ポリイミド系の液状レジストなどのフォトレジストを用いることができる。

【0059】一方、検査対象であるウエハにおける集積回路の被検査電極が形成された電極領域のパターンに対応して貫通孔11が形成された磁性金属よりなるフレーム板10を作製する。ここで、フレーム板10の貫通孔11を形成する方法としては、例えばエッチング法などを利用することができる。更に、硬化処理によって弾性高分子物質となる高分子物質形成材料中に磁性を示す導電性粒子が分散されてなる、弾性異方導電膜成形用の成形材料を調製する。そして、この成形材料を、例えばスクリーン印刷法によって、金型60における上型61および下型65の各々の成形面に所要のパターンに従って塗布する。

【0060】具体的には、図7に示すように、上型61の成形面(図7において上面)上に、印刷用スペーサー71を介して印刷用マスク70を配置し、スキージー72により、所要の量の成形材料20Bを印刷用マスク70および印刷用スペーサー71の開口を介して上型61の成形面に塗布する。また、下型65の成形面にも同様にして成形材料を塗布する。ここで、上型61および下型65の成形面に塗布される成形材料の量は、印刷用マスク70および印刷用スペーサー71の厚みおよび開口の寸法に応じて調整することができる。このようにして、図8に示すように、上型61および下型65の各々の成形面に所要のパターンの成形材料層20Aを形成する。

【0061】次いで、図9に示すように、成形材料層20Aが形成された下型65の成形面上に、下型側成形用スペーサー76を介して、フレーム板10を位置合わせ

して配置すると共に、このフレーム板10上に、上型側成形用スペーサー75を介して、成形材料層20Aが形成された上型61を位置合わせて配置し、更に、これらを重ね合わせることにより、図10に示すように、上型61と下型65との間に、目的とする形態（形成すべき弹性異方導電膜20の形態）の成形材料層20Aが形成される。この成形材料層20Aにおいては、図11に示すように、導電性粒子Pは成形材料層20A全体に分散された状態で含有されている。

【0062】以上において、成形材料層20A中に含有される導電性粒子Pの体積の合計をV<sub>1</sub>とし、形成すべき弹性異方導電膜20における接続用導電部22の体積の合計をV<sub>2</sub>としたとき、比（V<sub>1</sub>／V<sub>2</sub>）の値が、0.1～0.5であることが好ましい。この比（V<sub>1</sub>／V<sub>2</sub>）の値が0.1未満である場合には、成形材料層20Aにおける接続用導電部となる部分に集合する導電性粒子Pの量が過小となりやすく、良好な導電性および耐久性を有する接続用導電部22を得ることが困難となることがある。一方、この比（V<sub>1</sub>／V<sub>2</sub>）の値が0.5を超える場合には、成形材料層20Aにおける接続用導電部となる部分に集合する導電性粒子Pの量が過大となりやすく、その結果、得られる弹性異方導電膜20において、隣接する接続用導電部22間の絶縁性を確保することが困難となることがある。

【0063】その後、上型61における基板62の上面および下型65における基板66の下面に例えば一対の電磁石を配置してこれを作動させることにより、上型61および下型65が強磁性体層63、67を有するため、上型61の強磁性体層63とこれに対応する下型65の強磁性体層67との間ににおいてその周辺領域より大きい強度を有する磁場が形成される。その結果、成形材料層20Aにおいては、当該成形材料層20A中に分散されていた導電性粒子Pが、図12に示すように、上型61の強磁性体層63とこれに対応する下型65の強磁性体層67との間に位置する接続用導電部22となるべき部分に集合して厚み方向に並ぶよう配向する。以上において、フレーム板10が磁性金属よりなるため、上型61および下型65の各々とフレーム板10との間においてその付近より大きい強度の磁場が形成される結果、成形材料層20Aにおけるフレーム板10の上方および下方にある導電性粒子Pは、上型61の強磁性体層63と下型65の強磁性体層67との間に集合せず、フレーム板10の上方および下方に保持されたままとなり、更には、厚み方向に並ぶよう配向する。

【0064】そして、この状態において、成形材料層20Aを硬化処理することにより、弹性高分子物質中に導電性粒子Pが厚み方向に並ぶよう配向した状態で含有されてなる複数の接続用導電部22が、導電性粒子Pが全く或いは殆ど存在しない高分子弹性物質よりなる絶縁部23によって相互に絶縁された状態で配置されてなる機

能部21と、この機能部21の周辺に連続して一体に形成された、弹性高分子物質中に導電性粒子Pが厚み方向に並ぶよう配向した状態で含有されてなる除電用導電部26が形成された被支持部25となりなる弹性異方導電膜20が、フレーム板10の貫通孔11の周辺部に当該被支持部25が固定された状態で形成され、以て異方導電性コネクターが製造される。

【0065】以上において、成形材料層20Aにおける接続用導電部22となる部分に作用させる磁場の強度

10 は、磁束密度の平均で0.1～2.5テスラとなる大きさが好ましい。また、成形材料層20Aの被支持部25となる部分における磁束密度は、接続用導電部22となる部分における磁束密度の30～150%であることが好ましく、より好ましくは70～110%である。被支持部25となる部分における磁束密度が過小である場合には、導電性粒子Pを被支持部25となる部分に保持させることが困難となることがある。一方、被支持部25となる部分における磁束密度が過大である場合には、被支持部25となる部分に多量の導電性粒子Pが集合することにより、接続用導電部22となる部分に集合する導電性粒子Pの割合が小さくなり、その結果、得られる接続用導電部において良好な導電性が得られない。また、成形材料層20Aの硬化処理は、使用される材料によって適宜選定されるが、通常、加熱処理によって行われる。加熱により成形材料層20Aの硬化処理を行う場合には、電磁石にヒーターを設ければよい。具体的な加熱温度および加熱時間は、成形材料層20Aを構成する高分子物質形成材料などの種類、導電性粒子Pの移動に要する時間などを考慮して適宜選定される。

20 【0066】上記の異方導電性コネクターによれば、弹性異方導電膜20には、接続用導電部22を有する機能部21の周縁に被支持部25が形成されており、この被支持部25がフレーム板10の貫通孔11の周辺部に固定されているため、変形しにくくて取扱いやすく、また、例えばフレーム板に位置決め用マーク（例えば孔や切り欠きなど）を形成することにより、検査対象であるウエハとの電気的接続作業において、当該ウエハに対する位置合わせおよび保持固定を容易に行うことができる。

30 【0067】そして、上記の異方導電性コネクターは、その弹性異方導電膜20の形成において、成形材料層20Aにおける被支持部25となる部分に磁場を作用させることにより、当該被支持部25となる部分に存在する導電性粒子Pを当該部分に保持させた状態で、当該成形材料層20Aの硬化処理を行うことにより得られるため、成形材料層20Aにおける被支持部25となる部分すなわちフレーム板10における貫通孔11の周辺部の上方および下方に位置する部分に存在する導電性粒子Pが、接続用導電部22となる部分に集合することがなく、その結果、得られる弹性異方導電膜20における接

続用導電部22のうち最も外側に位置する接続用導電部22に、過剰な量の導電性粒子Pが含有されることが防止される。従って、成形材料層20A中の導電性粒子Pの含有量を少なくする必要もない、弹性異方導電膜20の全ての接続用導電部22について、良好な導電性が確実に得られると共に隣接する接続用導電部22との絶縁性が確実に得られる。

【0068】また、弹性異方導電膜20における被支持部25には除電用導電部26が形成されているため、この除電用導電部26がフレーム板10を介してアースに電気的に接続されることにより、弹性異方導電膜20の表面に生じた静電気が除電用導電部26を介して除電される。その結果、弹性異方導電膜20の表面に電荷が蓄積されることを防止または抑制することができるので、静電気による悪影響を排除することができる。具体的には、検査対象であるウエハに対して加圧動作および剥離動作を繰り返し行うことによって、弹性異方導電膜20の表面に生じる静電気を、除電用導電部26を介して除電することができ、その結果、電荷が弹性異方導電膜20の表面に蓄積されることを十分に抑制することができ、高い電位の静電気が生じることを防止することができ、従って、静電気による悪影響が排除され、高い効率で、かつ高い安全性でウエハの電気的検査を行うことができる。仮に、加圧動作および剥離動作を繰り返し行うことによって弹性異方導電膜20の表面が静電気を帯び、当該静電気が放電する場合であっても、その放電が除電用導電部26において生じる結果、接続用導電部22などに与える影響が排除され、高い安全性でウエハの電気的検査を行うことができる。

【0069】また、弹性異方導電膜20における熱による面方向の膨張がフレーム板10によって規制されるため、フレーム板10を構成する材料として線熱膨張係数の小さいものを用いることにより、温度変化による熱履歴を受けた場合にも、ウエハに対する良好な電気的接続状態が安定に維持される。更に、フレーム板10には、検査対象であるウエハにおける集積回路の被検査電極が形成された電極領域に対応して複数の貫通孔が形成されているため、当該貫通孔11の各々に配置される弹性異方導電膜20は面積が小さいものでよい。従って、熱履歴を受けた場合でも、弹性異方導電膜20の各々の面方向における熱膨張の絶対量が少ないため、大面積のウエハに対しても良好な電気的接続状態を安定に維持することができる。

【0070】図13は、本発明に係る異方導電性コネクターの他の例を示す平面図であり、図14は、図13に示す異方導電性コネクターにおける弹性異方導電膜を拡大して示す説明用断面図である。この異方導電性コネクターは、厚み方向に伸びる貫通孔11が中央に形成された全体が枠状のフレーム板10を有し、このフレーム板10の貫通孔11内には、厚み方向に導電性を有する彈

性異方導電膜20が、当該フレーム板10の当該貫通孔11の周辺部に支持された状態で配置されている。弹性異方導電膜20は、その基材が弹性高分子物質よりも、接続すべき回路装置の電極のパターンに対応するパターンに従って配置された厚み方向に伸びる複数の接続用導電部22と、この接続用導電部22の各々の周囲に形成され、当該接続用導電部22の各々を相互に絶縁する絶縁部23によりなる機能部21を有し、当該機能部21は、フレーム板10の貫通孔11に位置するよう配置されている。この機能部21の周縁には、フレーム板10における貫通孔11の周辺部に固定支持された被支持部25が、当該機能部21に一体に連続して形成されている。具体的には、この例における被支持部25は、二股状に形成されており、フレーム板10における貫通孔11の周辺部を把持するよう密着した状態で固定支持されている。そして、被支持部25には、導電性粒子Pが厚み方向に並ぶよう配向した状態で含有されており、これにより、導電性粒子Pによって厚み方向に導電路が形成される除電用導電部26が、被支持部25全体にわたって形成されている。フレーム板10および弹性異方導電膜20を構成する材料は、前述の図1～図4に示す異方導電性コネクターと同様である。

【0071】このような異方導電性コネクターは、例えば片面プリント回路基板、両面プリント回路基板、多層プリント回路基板等のプリント回路基板と、半導体チップ、BGA、CSP等の表面実装型の半導体集積回路装置、液晶表示素子などの電子部品との回路装置相互間の電気的な接続を達成するためのコネクターとして使用することができ、また、上記のプリント回路基板および電子部品などの回路装置の電気的検査において、回路装置とテスターとの間に介在されて両者の電気的な接続を達成するためのコネクターとして使用することができる。

【0072】上記の異方導電性コネクターによれば、弹性異方導電膜20には、接続用導電部22を有する機能部21の周縁に被支持部25が形成されており、この被支持部25がフレーム板10の貫通孔11の周辺部に固定されているため、変形しにくくて取扱いやすく、また、例えばフレーム板に位置決め用マーク（例えば孔や切り欠きなど）を形成することにより、接続すべき回路装置との電気的接続作業において、当該回路装置に対する位置合わせおよび保持固定を容易に行うことができる。

【0073】そして、上記の異方導電性コネクターは、その弹性異方導電膜20の形成において、成形材料層における被支持部25となる部分に例えば磁場を作用させることにより、当該被支持部25となる部分に存在する導電性粒子Pを当該部分に保持させた状態で、当該成形材料層の硬化処理を行うことにより得られるため、成形材料層における被支持部25となる部分すなわちフレーム板10における貫通孔11の周辺部の上方および下方

に位置する部分に存在する導電性粒子 P が、接続用導電部 22 となる部分に集合することがなく、その結果、得られる弾性異方導電膜 20 における接続用導電部 22 のうち最も外側に位置する接続用導電部 22 (図 13 において一点鎖線で囲まれた接続用導電部 22) に、過剰な量の導電性粒子 P が含有されることが防止される。従って、成形材料層中の導電性粒子 P の含有量を少なくする必要もないので、弾性異方導電膜 20 の全ての接続用導電部 22 について、良好な導電性が確実に得られると共に隣接する接続用導電部 22 との絶縁性が確実に得られ、全ての接続用導電部 22 を有効に利用することができる。

【0074】また、弾性異方導電膜 20 における被支持部 25 には除電用導電部 26 が形成されているため、この除電用導電部 26 がフレーム板 10 を介してアースに電気的に接続されることにより、弾性異方導電膜 20 の表面に生じた静電気が除電用導電部 26 を介して除電される。その結果、弾性異方導電膜 20 の表面に電荷が蓄積されることを防止または抑制することができるので、高い電位の静電気が生じることを防止することができ、或いは、表面に静電気が帯びてもその放電が除電用導電部 26 において生じることとなり、従って、静電気による種々の悪影響を排除することができる。

【0075】また、弾性異方導電膜 20 における熱による面方向の膨張がフレーム板 10 によって規制されるため、フレーム板 10 を構成する材料として線熱膨張係数の小さいものを用いることにより、温度変化による熱履歴を受けた場合にも、接続すべき回路装置に対する良好な電気的接続状態が安定に維持される。

【0076】【回路装置の電気的検査装置】図 15 は、本発明に係る回路装置の電気的検査装置の一例における構成の概略を示す説明用断面図であり、この回路装置の電気的検査装置は、ウエハに形成された複数の集積回路の各々について、当該集積回路の電気的検査をウエハの状態で行うためのものである。

【0077】図 15 に示す回路装置の電気的検査装置は、検査対象であるウエハ 6 の被検査電極 7 の各々とテスターとの電気的接続を行うプローブ部材 1 を有する。このプローブ部材 1 においては、図 16 にも拡大して示すように、検査対象であるウエハ 6 の被検査電極 7 のパターンに対応するパターンに従って複数の検査電極 31 が表面 (図において下面) 形成された検査用回路基板 30 を有し、この検査用回路基板 30 の表面には、図 1～図 4 に示す構成の異方導電性コネクター 2 が、その弾性異方導電膜 20 における接続用導電部 22 の各々が検査用回路基板 30 の検査電極 31 の各々に対接するよう設けられており、この異方導電性コネクター 2 は、適宜の手段によってアースされている。異方導電性コネクター 2 の表面 (図において下面) には、絶縁性シート 41 に検査対象であるウエハ 6 の被検査電極 7 のパターンに対

応するパターンに従って複数の電極構造体 42 が配置されてなるシート状コネクター 40 が、当該電極構造体 42 の各々が異方導電性コネクター 2 の弾性異方導電膜 20 における接続用導電部 22 の各々に対接するよう設けられている。また、プローブ部材 1 における検査用回路基板 30 の裏面 (図において上面) には、当該プローブ部材 1 を下方に加圧する加圧板 3 が設けられ、プローブ部材 1 の下方には、検査対象であるウエハ 6 が載置されるウエハ載置台 4 が設けられており、加圧板 3 およびウエハ載置台 4 の各々は、加熱器 5 に接続されている。

【0078】プローブ部材 1 におけるシート状コネクター 40 について具体的に説明すると、このシート状コネクター 40 は、柔軟な絶縁性シート 41 を有し、この絶縁性シート 41 には、当該絶縁性シート 41 の厚み方向に伸びる複数の金属よりなる電極構造体 42 が、検査対象であるウエハ 6 の被検査電極 7 のパターンに対応するパターンに従って、当該絶縁性シート 41 の面方向に互いに離間して配置されている。電極構造体 42 の各々は、絶縁性シート 41 の表面 (図において下面) に露出する突起状の表面電極部 43 と、絶縁性シート 41 の裏面に露出する板状の裏面電極部 44 とが、絶縁性シート 41 の厚み方向に貫通して伸びる短絡部 45 によって互いに一体に連結されて構成されている。

【0079】絶縁性シート 41 としては、絶縁性を有する柔軟なものであれば特に限定されるものではなく、例えばポリイミド樹脂、液晶ポリマー、ポリエステル、フッ素系樹脂などよりなる樹脂シート、繊維を編んだクロスに上記の樹脂を含浸したシートなどを用いることができる。また、絶縁性シート 41 の厚みは、当該絶縁性シート 41 が柔軟なものであれば特に限定されないが、10～50 μm であることが好ましく、より好ましくは 10～25 μm である。

【0080】電極構造体 42 を構成する金属としては、ニッケル、銅、金、銀、パラジウム、鉄などを用いることができ、電極構造体 42 としては、全体が単一の金属よりなるものであっても、2種以上の金属の合金よりなるものまたは2種以上の金属が積層されてなるものであってもよい。また、電極構造体 42 における表面電極部 43 および裏面電極部 44 の表面には、当該電極部の酸化が防止されると共に、接触抵抗の小さい電極部が得られる点で、金、銀、パラジウムなどの化学的に安定で高導電性を有する金属被膜が形成されていることが好ましい。

【0081】電極構造体 42 における表面電極部 43 の突出高さは、ウエハ 6 の被検査電極 7 に対して安定な電気的接続を達成することができる点で、1.5～5.0 μm であることが好ましく、より好ましくは 1.5～3.0 μm である。また、表面電極部 43 の径は、ウエハ 6 の被検査電極の寸法およびピッチに応じて設定されるが、例えば 3.0～8.0 μm であり、好ましくは 3.0～5.0 μm で

ある。電極構造体 4 2 における裏面電極部 4 4 の径は、短絡部 4 5 の径より大きく、かつ、電極構造体 4 2 の配置ピッチより小さいものであればよいが、可能な限り大きいものであることが好ましく、これにより、異方導電性コネクター 2 の弾性異方導電膜 2 0 における接続用導電部 2 2 に対しても安定な電気的接続を確実に達成することができる。また、裏面電極部 4 4 の厚みは、強度が十分に高くて優れた繰り返し耐久性が得られる点で、20 ~ 50  $\mu\text{m}$  であることが好ましく、より好ましくは 35 ~ 50  $\mu\text{m}$  である。電極構造体 4 2 における短絡部 4 5 の径は、十分に高い強度が得られる点で、30 ~ 80  $\mu\text{m}$  であることが好ましく、より好ましくは 30 ~ 50  $\mu\text{m}$  である。

【0082】シート状コネクター 4 0 は、例えば以下のようにして製造することができる。すなわち、絶縁性シート 4 1 上に金属層が積層されてなる積層材料を用意し、この積層材料における絶縁性シート 4 1 に対して、レーザ加工、ドライエッキング加工等によって、当該絶縁性シート 4 1 の厚み方向に貫通する複数の貫通孔を、形成すべき電極構造体 4 2 のパターンに対応するパターンに従って形成する。次いで、この積層材料に対してフォトリソグラフィーおよびメッキ処理を施すことによって、絶縁性シート 4 1 の貫通孔内に金属層に一体に連結された短絡部 4 5 を形成すると共に、当該絶縁性シート 4 1 の表面に、短絡部 4 5 に一体に連結された突起状の表面電極部 4 3 を形成する。その後、積層材料における金属層に対してフォトエッキング処理を施してその一部を除去することにより、裏面電極部 4 4 を形成して電極構造体 4 2 を形成し、以てシート状コネクター 4 0 が得られる。

【0083】このような電気的検査装置においては、ウエハ載置台 4 上に検査対象であるウエハ 6 が載置され、次いで、加圧板 3 によってプローブ部材 1 が下方に加圧されることにより、そのシート状コネクター 4 0 の電極構造体 4 2 における表面電極部 4 3 の各々が、ウエハ 6 の被検査電極 7 の各々に接触し、更に、当該表面電極部 4 3 の各々によって、ウエハ 6 の被検査電極 7 の各々が加圧される。この状態においては、異方導電性コネクター 2 の弾性異方導電膜 2 0 における接続用導電部 2 2 の各々は、検査用回路基板 3 0 の検査電極 3 1 とシート状コネクター 4 0 の電極構造体 4 2 の表面電極部 4 3 によって挾圧されて厚み方向に圧縮されており、これにより、当該接続用導電部 2 2 にはその厚み方向に導電路が形成され、その結果、ウエハ 6 の被検査電極 7 と検査用回路基板 3 0 の検査電極 3 1 との電気的接続が達成される。その後、加熱器 5 によって、ウエハ載置台 4 および加圧板 3 を介してウエハ 6 が所定の温度に加熱され、この状態で、当該ウエハ 6 における複数の集積回路の各々について所要の電気的検査が実行される。

【0084】このような電気的検査装置によれば、前述 50

の異方導電性コネクター 2 を有するプローブ部材 1 を介して、検査対象であるウエハ 6 の被検査電極 7 に対する電気的接続が達成されるため、被検査電極 7 のピッチが小さいものであっても、当該ウエハ 6 に対する位置合わせおよび保持固定を容易に行うことができ、しかも、各被検査電極 7 に対する高い接続信頼性が得られる。また、異方導電性コネクター 2 においては、弾性異方導電膜 2 0 における熱による面方向の膨張がフレーム板 1 0 によって規制されるため、フレーム板 1 0 を構成する材料として線熱膨張係数の小さいものを用いることにより、温度変化による熱履歴を受けた場合にも、ウエハ 6 に対する良好な電気的接続状態が安定に維持される。更に、異方導電性コネクター 2 におけるフレーム板 1 0 には、検査対象であるウエハ 6 における集積回路の被検査電極 7 が形成された電極領域に対応して複数の貫通孔が形成されているため、当該貫通孔の各々に配置される弾性異方導電膜 2 0 は面積が小さいものでよい。従って、熱履歴を受けた場合でも、弾性異方導電膜 2 0 の各々の面方向における熱膨張の絶対量が少ないため、ウエハ 6 が大面積のものであっても、当該ウエハ 6 に対して良好な電気的接続状態を安定に維持することができる。

【0085】また、異方導電性コネクター 2 の弾性異方導電膜 2 0 における除電用導電部 2 6 がフレーム板 1 0 を介してアースに電気的に接続されているため、ウエハ 6 に対するプローブ部材 1 の加圧動作および剥離動作を繰り返し行うことによって、異方導電性コネクター 2 における弾性異方導電膜 2 0 の表面に生じる静電気を、除電用導電部 2 6 を介して除電することができる、その結果、電荷が弾性異方導電膜 2 0 の表面に蓄積されることを十分に抑制することができ、高い電位の静電気が生じることを防止することができ、従って、静電気による悪影響が排除され、高い効率で、かつ高い安全性でウエハ 6 の電気的検査を行うことができる。仮に、プローブ部材 1 の加圧動作および剥離動作を繰り返し行うことによって、異方導電性コネクター 2 における弾性異方導電膜 2 0 の表面が静電気を帯び、当該静電気が放電する場合であっても、その放電が除電用導電部 2 6 において生じる結果、当該弾性異方導電膜 2 0 における接続用導電部 2 2、検査用回路基板 1 0 および検査対象であるウエハ 6 などに与える影響が排除され、高い安全性でウエハ 6 の電気的検査を行うことができる。

【0086】【導電接続構造体】図 17 は、本発明に係る導電接続構造体の一例における構成を示す説明用断面図である。この導電接続構造体においては、回路基板 5 5 上に、例えば図 1 1 および図 1 2 に示す構成の異方導電性コネクター 2 が、その弾性異方導電膜 2 0 の接続用導電部 2 2 が当該回路基板 5 5 の電極 5 6 上に位置するよう配置され、この異方導電性コネクター 2 におけるフレーム板 1 0 は、適宜の手段によってアースされている。異方導電性シート 2 上には、電子部品 5 0 が、その

電極 51 が当該異方導電性コネクター 2 の弾性異方導電膜 20 における接続用導電部 22 上に位置するよう配置されている。そして、固定部材 52 によって、電子部品 50 および異方導電性コネクター 2 が、当該弾性異方導電膜 20 における接続用導電部 22 が電子部品 50 の電極 51 と回路基板 55 の電極 56 とによって挟圧された状態で、回路基板 55 に固定されていると共に、弾性異方導電膜 20 の接続用導電部 22 によって電子部品 50 の電極 51 が回路基板 55 の電極 56 に電気的に接続されている。16 は、異方導電性コネクター 2 のフレーム板 10 に形成された位置決め用孔、57 は、回路基板 55 に形成された位置決め用孔であり、フレーム板 10 の位置決め用孔 16 および回路基板 55 の位置決め用孔 57 の各々には、固定部材 52 の脚部が挿通されている。

【0087】電子部品 50 としては、表面実装型のものであれば特に限定されず種々のものを用いることができ、例えば、トランジスタ、ダイオード、IC チップ若しくはLSI チップまたはそれらのパッケージ或いはMCU (Multi Chip Module) などの半導体装置からなる能動部品、抵抗、コンデンサ、水晶振動子などの受動部品などが挙げられる。回路基板 55 としては、片面プリント回路基板、両面プリント回路基板、多層プリント回路基板など種々の構造のものを用いることができる。また、回路基板 55 は、フレキシブル基板、リジッド基板、これらを組み合わせたフレックス・リジッド基板のいずれであってもよい。

【0088】回路基板 55 としてフレキシブル基板を用いる場合において、当該フレキシブル基板を構成する材料としては、ポリイミド、ポリアミド、ポリエステル、ポリスルホン等を用いることができる。回路基板 55 としてリジッド基板を用いる場合において、当該リジッド基板を構成する材料としては、ガラス繊維補強型エポキシ樹脂、ガラス繊維補強型フェノール樹脂、ガラス繊維補強型ポリイミド樹脂、ガラス繊維補強型ビスマライミドトリアジン樹脂等の複合樹脂材料、二酸化珪素、アルミナ等のセラミック材料を用いることができる。

【0089】電子部品 50 の電極 51 および回路基板 55 の電極 56 の材質としては、例えば金、銀、銅、ニッケル、パラジウム、カーボン、アルミニウム、ITO 等が挙げられる。また、電子部品 50 の電極 51 および回路基板 55 の電極 56 の厚みは、それぞれ 0.1 ~ 1.0  $\mu\text{m}$  であることが好ましい。また、電子部品 50 の電極 51 および回路基板 55 の電極 56 の幅は、1 ~ 50  $\mu\text{m}$  であることが好ましい。

【0090】以上のような導電接続構造体によれば、電子部品 50 および回路基板 55 が前述の異方導電性コネクター 2 を介して電気的に接続されているため、電子部品 50 の電極 51 の各々とこれに対応する回路基板 55 の電極 56 の各々との間ににおいて、良好な電気的接続が確実に達成されると共に、隣接する電極間の絶縁性が確

実に達成され、従って高い接続信頼性が得られる。また、異方導電性コネクター 2 の弾性異方導電膜 20 における除電用導電部 26 がフレーム板 10 を介してアースに電気的に接続されているため、弾性異方導電膜 20 の表面に生じた静電気が除電用導電部 26 を介して除電される。その結果、弾性異方導電膜 20 の表面に電荷が蓄積されることを防止または抑制することができるので、静電気による電子部品 50 の誤動作、静電気の放電による電子部品 50 や回路基板 55 の故障などの悪影響を排除することができる。

【0091】【他の実施の形態】本発明は、上記の実施の形態に限定されず、種々の変更を加えることが可能である。例えば異方導電性コネクターにおいては、弾性異方導電膜 20 における突出部 24 は必須のものではなく、一面または両面が平坦面のもの、或いは凹所が形成されたものであってもよい。また、フレーム板 10 が複数の貫通孔 11 を有するものである場合において、これらの貫通孔 11 に配置される弾性異方導電膜 20 の一部または全部が、1 つの接続用導電部 22 が形成されてなるものであってもよい。異方導電性コネクターの製造において、フレーム板 10 の基材として非磁性のものを用いる場合には、成形材料層 20A における被支持部 25 となる部分に磁場を作用させる方法として、当該フレーム板 10 における貫通孔 11 の周辺部に磁性体をメッキしてまたは磁性塗料を塗布して磁場を作用させる手段、金型 60 に、弾性異方導電膜 20 の被支持部 25 に対応して強磁性体層を形成して磁場を作用させる手段を利用することができる。

【0092】また、回路装置の電気的検査装置においては、検査対象である回路装置は、集積回路が形成されたウエハに限定されず、片面プリント回路基板、両面プリント回路基板、多層プリント回路基板などのプリント回路基板、半導体チップ、BGA、CSP、その他の表面実装型の電子部品の電気的検査装置にも適用することができる。また、シート状コネクター 40 は、必須のものではなく、異方導電性コネクター 2 における弾性異方導電膜 20 が検査対象である回路装置に接触して電気的接続を達成する構成であってもよい。

【0093】

【実施例】以下、本発明の具体的な実施例について説明するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

【0094】〈実施例 1〉下記の条件に従って、フレーム板、異方導電膜成形用の金型および成形用スペーサーを作製した。

【フレーム板 (10)】

材質：コバルト（飽和磁化  $1.4 \text{ wb}/\text{m}^2$ ），厚み：0.4 mm，貫通孔 (11) の寸法：1.6 mm × 1.6 mm (面方向における断面積  $S_1$  : 2.56  $\text{cm}^2$ )

【金型 (60)】

基板 (62, 66) : 材質; 鉄, 厚み; 6 mm,  
 強磁性体層 (63, 67) : 材質; ニッケル, 寸法; 直  
 径 1 mm (円形), 厚み 0.1 mm, 配置ピッチ (中心  
 間距離); 2 mm, 強磁性体層の数; 64 個) 8 個 × 8  
 個),  
 非磁性体層 (64, 68) : 材質; ドライフィルムレジ  
 ストを硬化処理したもの, 凹所 (64a, 68a) の寸  
 法; 直径 1.1 mm (円形), 深さ 0.4 mm, 凹所  
 (64a, 68a) 以外の部分の厚み; 0.5 mm (凹  
 所部分の厚み 0.1 mm)

## 〔成形用スペーサー (75, 76)〕

材質: SUS304, 厚み: 0.4 mm, 開口の寸法:  
 19 mm × 19 mm

【0095】付加型液状シリコーンゴム 10.0 重量部  
 に、平均粒子径が 20  $\mu$ m の導電性粒子 10.0 重量部を  
 添加して混合し、その後、減圧による脱泡処理を施すことにより、弾性異方導電膜成形用の成形材料を調製した。以上において、導電性粒子としては、ニッケルよりなる芯粒子に金メッキが施されてなるもの (平均被覆量: 芯粒子の重量の 20 重量%) を用いた。上記の金型 (60) の上型 (61) および下型 (65) の表面に、調製した成形材料をスクリーン印刷法によって塗布することにより、成形材料層 (20A) を形成し、下型 (65) の成形面上に、下型側成形用スペーサー (76) を介して上記のフレーム板 (10) を位置合わせして重ね、更に、このフレーム板 (10) 上に、上型側成形用スペーサー (75) を介して上型 (61) を位置合わせして重ねることにより、上型 (61) および下型 (65) の間に、目的とする形態の成形材料層 (20A) を形成した。この成形材料層 (20A) 中に含有された導電性粒子の体積の合計  $V_1$  は、0.04 cm<sup>3</sup> であった。この成形材料層 (20A) に対し、強磁性体層 (62, 67) の間に位置する部分 (接続用導電部 (22) となる部分) に、電磁石によって厚み方向に磁束密度が 2 T となる磁場を作用させながら、100°C、1 時間の条件で硬化処理を施すことにより、縦横の幅がそれぞれ 2.2 mm の弾性異方導電膜 (20) を形成し、以て本発明の異方導電性コネクターを製造した。以上において、成形材料層 (20A) における被支持部 (25) となる部分における磁束密度は、2.1 T (接続用導電部 (22) となる部分における磁束密度の 105%) であった。また、得られた異方導電性コネクターにおける弾性

異方導電膜 (20) は、直径が 1 mm の円形で厚みが 2.0 mm の合計 64 個の接続用導電部 (22) が 2 m m のピッチで配置されてなり (接続用導電部 (22) の面方向における断面積の合計  $S_1$  が 0.5 cm<sup>2</sup>、比 ( $S_1 / S_2$ ) の値が 0.2、接続用導電部 (22) の体積の合計  $V_1$  が 0.1 cm<sup>3</sup>、比 ( $V_1 / V_2$ ) の値が 0.4)、フレーム板 (10) の貫通孔 (11) の内周面と接続用導電部 (22) との最短距離間距離が 0.5 mm (接続用導電部 (22) の厚みの 0.25 倍)、絶縁部 (23) の厚みが 1.2 mm、被支持部 (25) の厚み (二股部分の一方の厚み) が 0.4 mm、突出部 (24) の高さが 0.4 mm のものであった。また、弾性異方導電膜 (20) における接続用導電部 (22) および被支持部 (25) 中の導電性粒子の含有割合を調べたところ、体積分率で、接続用導電部 (22) が 35%、被支持部 (25) が 10% であった。また、被支持部 (25) をその厚み方向に 3% 圧縮した状態において、当該被支持部 (25) の厚み方向の体積固有抵抗を測定したところ、 $3 \times 10^{-1} \Omega \cdot m$  であり、被支持部 (25) 全体にわたって除電用導電部 (26) が形成されているものであった。

【0096】(実施例 2~4) フレーム板 (10)、金型 (60) および成形用スペーサー (75, 76) を下記表 1 の条件に従って作製し、これらのフレーム板 (10)、金型 (60) および成形用スペーサー (75, 76) を用いて弾性異方導電膜 (20) を形成したこと以外は、実施例 1 と同様にして異方導電性コネクターを製造した。成形材料層中の導電性粒子の体積の合計、弾性異方導電膜 (20) の寸法等を下記表 2 に示す。また、

30 得られた異方導電性コネクターの弾性異方導電膜 (20) における接続用導電部 (22) および被支持部 (25) 中の導電性粒子の含有割合を調べたところ、いずれも、体積分率で、接続用導電部 (22) が 35%、被支持部 (25) が 10% であった。また、被支持部 (25) をその厚み方向に 3% 圧縮した状態において、当該被支持部 (25) の厚み方向の体積固有抵抗を測定したところ、いずれも  $3 \times 10^{-1} \Omega \cdot m$  であり、被支持部 (25) 全体にわたって除電用導電部 (26) が形成されているものであった。

40 【0097】

【表 1】

		実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4
フレーム板	材質	コバルト	コバルト	コバルト	コバルト
	厚み (mm)	0.4	0.2	0.1	0.04
	貫通孔 縦幅 (mm)	16	8	4	1.6
	横幅 (mm)	16	8	4	1.6
金型 (上型および下型)	断面積 $S_1$ (cm <sup>2</sup> )	2.6	0.64	0.16	0.026
	基板 材質	鉄	鉄	鉄	鉄
	厚み (mm)	6	6	6	6
	強磁性 体層 材質	ニッケル	ニッケル	ニッケル	ニッケル
成形用鋼 スベリサ ー	直径 (mm)	1	0.5	0.25	0.1
	厚み (mm)	0.1	0.1	0.1	0.1
	ピッチ (mm)	2	1	0.5	0.2
	数 (個×個)	8×8	8×8	8×8	8×8
非磁性 体層	材質	ドライフィルムレジストの硬化処理物	ドライフィルムレジストの硬化処理物	ドライフィルムレジストの硬化処理物	ドライフィルムレジストの硬化処理物
	凹所 直径 (mm)	1.1	0.55	0.275	0.11
	深さ (mm)	0.4	0.2	0.1	0.04
	厚み (mm)	0.5	0.3	0.2	0.14
成形用鋼 スベリサ ー	材質	SUS304	SUS304	SUS304	SUS304
	厚み (mm)	0.4	0.2	0.1	0.04
	縦幅 (mm)	19	10	5	2
	横幅 (mm)	19	10	5	2

【0098】

【表2】

		実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4
成形材料層中の導電性粒子の体積の合計 $V_1$ (cm <sup>3</sup> )		4 × 10 <sup>-2</sup>	5 × 10 <sup>-2</sup>	7 × 10 <sup>-2</sup>	4 × 10 <sup>-2</sup>
縦幅 (mm)		19	10	5	2
横幅 (mm)		19	10	5	2
弹性 性 異 用 方 導 電 部 膜	接続 直径 (mm)	1	0.5	0.25	0.1
	厚み	2	1	0.5	0.2
	数 (個×個)	8×8	8×8	8×8	8×8
	断面積の合計 $S_2$ (cm <sup>2</sup> )	0.5	0.13	0.031	0.005
導電部 膜	体積の合計 $V_2$ (cm <sup>3</sup> )	0.1	0.013	0.0016	0.0001
	ピッチ (mm)	2	1	0.5	0.2
	絶縁部の厚み (mm)	1.2	0.6	0.3	0.12
	突出部の高さ (mm)	0.4	0.2	0.1	0.04
被支持部 (二股部分の一方)の厚み (mm)		0.4	0.2	0.1	0.04
フレーム板の貫通孔の内周面と接続用導電部との最短距離距離および当該最短距離距離の接続用導電部の厚みに対する倍率		0.5 mm 0.25倍	0.25 mm 0.25倍	0.125 mm 0.25倍	0.05 mm 0.25倍
比 ( $S_2 / S_1$ )		0.2	0.2	0.2	0.2
比 ( $V_2 / V_1$ )		0.4	0.4	0.4	0.4

【0099】(比較例1～4)フレーム板(10)の材質をSUS304(飽和磁化0.01wb/m<sup>2</sup>)に変更したこと以外は、実施例1～4と同様にして異方導電性コネクターを製造した。得られた異方導電性コネクターの弾性異方導電膜(20)の被支持部(25)を観察したところ、いずれも導電性粒子が殆ど存在していないことが確認された。

【0100】(比較例5～8)フレーム板(10)の材質をSUS304(飽和磁化0.01wb/m<sup>2</sup>)に変更し、弾性異方導電膜成形用の成形材料として、下記の10ようにして調製されたものを用いたこと以外は、実施例1～4と同様にして異方導電性コネクターを製造した。成形材料：付加型液状シリコーンゴム100重量部に、平均粒子径が20μmの導電性粒子50重量部を添加して混合し、その後、減圧による脱泡処理を施すことにより、弾性異方導電膜成形用の成形材料を調製した。以上において、導電性粒子としては、ニッケルよりなる芯粒子に金メッキが施されてなるもの(平均被覆量：芯粒子の重量の20重量%)を用いた。得られた異方導電性コネクターの弾性異方導電膜(20)の被支持部(25)を観察したところ、いずれも導電性粒子が殆ど存在していないことが確認された。

【0101】[異方導電性コネクターの評価]

	フレーム板 の飽和磁化 (wb/m <sup>2</sup> )	導電部の ピッチ (mm)	導通抵抗(Ω)		絶縁抵抗 の最小値 (Ω)
			平均値	最大値	
実施例1	1.4	2	0.03	0.04	>10M
実施例2	1.4	1	0.07	0.08	>10M
実施例3	1.4	0.5	0.16	0.17	>10M
実施例4	1.4	0.2	0.38	0.40	>10M
比較例1	0.01	2	0.03	0.06	460
比較例2	0.01	1	0.07	0.10	125
比較例3	0.01	0.5	0.14	0.19	8
比較例4	0.01	0.2	0.37	0.43	1
比較例5	0.01	2	0.12	0.21	964
比較例6	0.01	1	0.25	0.36	692
比較例7	0.01	0.5	0.48	0.68	520
比較例8	0.01	0.2	1.38	1.86	16

【0103】表3の結果から明らかなように、実施例1～4に係る異方導電性コネクターによれば、弾性異方導電膜における接続用導電部のピッチが小さいものであっても、当該接続用導電部には良好な導電性が得られると共に、隣接する接続用導電部間には所要の絶縁性が得られることが確認された。

【0104】(2)実施例1および比較例1に係る異方導電性コネクターの各々について、以下のような試験を行った。異方導電性コネクターの弾性異方導電膜における接続用導電部に対応するパターンに従って電極が形成50

(1)実施例1～4および比較例1～8に係る異方導電性コネクターの各々について、以下のような試験を行った。異方導電性コネクターの弾性異方導電膜における接続用導電部に対応するパターンに従って電極が形成された2つの電極板を用意し、一方の電極板上に異方導電性コネクターをその弾性異方導電膜における接続用導電部の各々が当該電極板の電極上に位置するよう位置合わせした状態で固定し、この異方導電性コネクター上に、他方の電極板をその電極の各々が当該異方導電性コネクターの弾性異方導電膜における接続用導電部上に位置するよう位置合わせした状態で固定し、他方の電極板によつて異方導電性コネクターの弾性異方導電膜をその接続用導電部の厚み方向の歪み率が25%となるよう加圧し、この状態で、当該接続用導電部の厚み方向の電気抵抗(以下、「導通抵抗」という。)および隣接する接続用導電部間の電気抵抗値(以下、「絶縁抵抗」という。)を測定し、導通抵抗の平均値および最大値、並びに絶縁抵抗の最小値を求めた。ここで、絶縁抵抗が1kΩ以下のものについては、例えば回路装置の検査において、実際に使用することが困難である。以上の結果を下記表3に示す。

【0102】

【表3】

された2つの電極板を用意し、一方の電極板上に異方導電性コネクターをその弾性異方導電膜における導電部の各々が当該電極板の電極上に位置するよう位置合わせした状態で固定し、この異方導電性コネクター上に、他方の電極板をその電極の各々が当該異方導電性コネクターの弾性異方導電膜における導電部上に位置するよう位置合わせした状態で固定した。そして、温度25℃、相対湿度30%の環境下において、他方の電極板によって異方導電性コネクターの弾性異方導電膜をその接続用導電部の厚み方向の歪み率が25%となるよう加圧し、この

状態で1秒間保持した後、異方導電性コネクターの弾性異方導電膜から他方の電極板を引き離し、更に、2秒間経過後に他方の電極板によって異方導電性コネクターの弾性異方導電膜を加圧した。この操作を1サイクルとして合計5000サイクル行った後、40秒間以内に異方導電性コネクターの弾性異方導電膜の表面電位を測定した。以上において、表面電位の測定は、トレック・ジャパン製の表面電位測定装置「モデル520」を用い、図18に示すように、弾性異方導電膜20の機能部21における4つの個所A～Dについて行った。また、表面電位が50V以上である場合には、例えば回路装置の検査において、被検査回路装置に破壊等の悪影響を及ぼすおそれがある。以上の結果を下記表4に示す。

【0105】

【表4】

測定個所	表面電位(V)			
	A	B	C	D
実施例1	11	20	23	12
比較例1	80	130	117	78

【0106】表4の結果から明らかなように、実施例1に係る異方導電性コネクターによれば、測定個所A～Dのいずれにおいても、表面電位の値が50V未満であり、長時間使用した場合であっても、弾性異方導電膜の表面に電荷が蓄積されることが抑制され、これにより、静電気による悪影響を排除することができる事が確認された。これに対し、比較例1に係る異方導電性コネクターにおいては、測定個所A～Dのいずれにおいても、表面電位の値が50V以上であり、長期間の使用により、異方導電膜の表面に電荷が蓄積され、高い電圧の静電気を帯びるものであった。

【0107】

【発明の効果】本発明の異方導電性コネクターによれば、弾性異方導電膜には、接続用導電部を有する機能部の周縁に被支持部が形成されており、この被支持部がフレーム板の貫通孔の周辺部に固定されているため、変形しにくくて取扱いやすく、また、例えばフレーム板に位置決め用マークを形成することにより、接続すべき回路装置との電気的接続作業において、当該回路装置に対する位置合わせおよび保持固定を容易に行うことができる。そして、本発明の異方導電性コネクターは、その弾性異方導電膜の形成において、成形材料層における被支持部となる部分に磁場を作用させることにより、当該被支持部となる部分に存在する導電性粒子を当該部分に保持させた状態で、当該成形材料層の硬化処理を行うことにより得られるため、成形材料層における被支持部となる部分すなわちフレーム板における貫通孔の周辺部の上方および下方に位置する部分に存在する導電性粒子が、接続用導電部となる部分に集合することがなく、その結

果、得られる弾性異方導電膜における接続用導電部のうち最も外側に位置する接続用導電部に、過剰な量の導電性粒子が含有されることが防止される。従って、成形材料層中の導電性粒子の含有量を少なくする必要もないことで、弾性異方導電膜の全ての接続用導電部において、良好な導電性が確実に得られると共に隣接する接続用導電部との絶縁性が確実に得られる。また、弾性異方導電膜における熱による面方向の膨張がフレーム板によって規制されるため、フレーム板を構成する材料として線熱膨張係数の小さいものを用いることにより、温度変化による熱履歴を受けた場合にも、接続すべき回路装置に対する良好な電気的接続状態が安定に維持される。

【0108】また、弾性異方導電膜における被支持部に除電用導電部が形成された構成によれば、この除電用導電部がフレーム板を介してアースに電気的に接続されることにより、当該弾性異方導電膜の表面に生じた静電気が当該除電用導電部を介して除電される。その結果、弾性異方導電膜の表面に電荷が蓄積されることを防止または抑制することができるので、静電気による悪影響を排除することができる。

【0109】本発明のプローブ部材によれば、上記の異方導電性コネクターを有するため、検査対象である回路装置の被検査電極のピッチが小さいものであっても、当該回路装置に対する位置合わせおよび保持固定を容易に行うことができ、しかも、各被検査電極に対して高い接続信頼性が得られる。本発明の回路装置の電気的検査装置によれば、上記の異方導電性コネクターを有するプローブ部材を介して、検査対象である回路装置の被検査電極に対する電気的接続が達成されるため、被検査電極のピッチが小さいものであっても、当該回路装置に対する位置合わせおよび保持固定を容易に行うことができ、しかも、各被検査電極に対する高い接続信頼性が得られる。本発明の導電接続構造体によれば、上記の異方導電性コネクターを介して電気的に接続されてなるため、高い接続信頼性が得られる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る異方導電性コネクターの一例を示す平面図である。

【図2】図1に示す異方導電性コネクターの一部を拡大して示す平面図である。

【図3】図1に示す異方導電性コネクターにおける弾性異方導電膜を拡大して示す平面図である。

【図4】図1に示す異方導電性コネクターにおける弾性異方導電膜を拡大して示す説明用断面図である。

【図5】弾性異方導電成形用の金型の一例における構成を示す説明用断面図である。

【図6】図5に示す金型をその一部を拡大して示す説明用断面図である。

【図7】上型の成形面にスクリーン印刷法により成形材料を塗布する工程を示す説明用断面図である。

【図 8】上型および下型の成形面に成形材料が塗布されて成形材料層が形成された状態を示す説明用断面図である。

【図 9】成形面に成形材料が塗布された上型および下型の間にスペーサーを介してフレーム板が配置された状態を示す説明用断面図である。

【図 10】上型と下型の間に、目的とする形態の成形材料層が形成された状態を示す説明用断面図である。

【図 11】図 10 に示す成形材料層を拡大して示す説明用断面図である。

【図 12】図 11 に示す成形材料層にその厚み方向に強度分布を有する磁場が形成された状態を示す説明用断面図である。

【図 13】本発明に係る異方導電性コネクターの他の例を示す平面図である。

【図 14】図 13 に示す異方導電性コネクターにおける弹性異方導電膜を拡大して示す説明用断面図である。

【図 15】本発明に係る回路装置の電気的検査装置の一例における構成を示す説明用断面図である。

【図 16】本発明に係るプローブ部材の一例における要部の構成を示す説明用断面図である。

【図 17】本発明に係る導電接続構造体の一例における構成を示す説明用断面図である。

【図 18】実施例において、異方導電性コネクターにおける表面電位の測定個所を示す説明図である。

【図 19】従来の異方導電性コネクターを製造する工程において、金型内にフレーム板が配置されると共に、成形材料層が形成された状態を示す説明用断面図である。

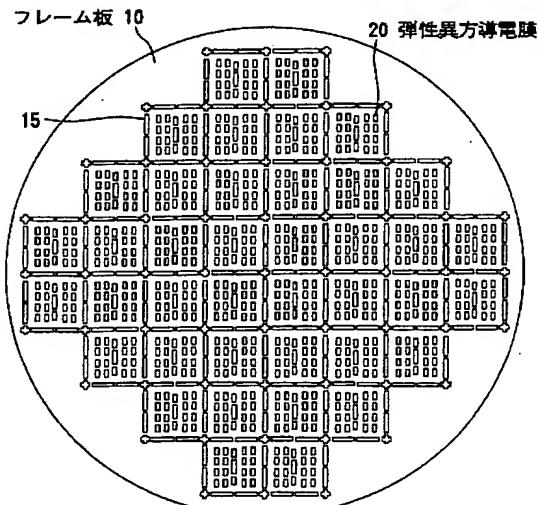
【符号の説明】

1 プローブ部材

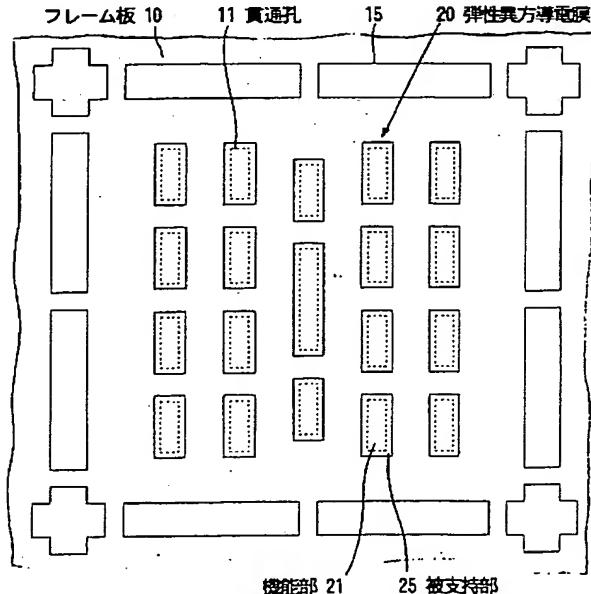
2 異方導電性コネクター

3 加圧板	4 ウエハ載置台
5 加熱器	6 ウエハ
7 被検査電極	10 フレーム板
11 貫通孔	15 孔
16 位置決め孔	20 弹性異方導電膜
20A 成形材料層	20B 成形材料
21 機能部	22 接続用導電部
23 絶縁部	24 突出部
25 被支持部	26 除電用導電部
10 30 検査用回路基板	31 検査電極
41 絶縁性シート	40 シート状コネクター
42 電極構造体	43 表面電極部
44 裏面電極部	45 短絡部
50 電子部品	51 電極
52 固定部材	55 回路基板
56 電極	57 位置決め用孔
60 金型	61 上型
62 基板	63 強磁性体層
64 非磁性体層	64a 凹所
20 65 下型	66 基板
67 強磁性体層	68 非磁性体層
68a 凹所	70 印刷用マスク
71 印刷用スペーサー	
75 上型側成形用スペーサー	
76 下型側成形用スペーサー	
80 上型	81 強磁性体層
82 非磁性体層	85 下型
86 強磁性体層	87 非磁性体層
90 フレーム板	95 成形材料層
30 P 導電性粒子	

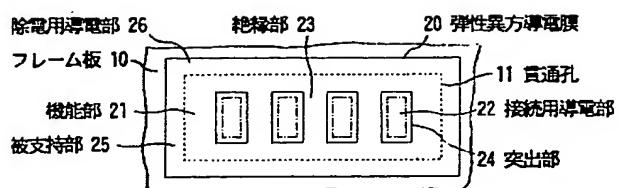
【図 1】



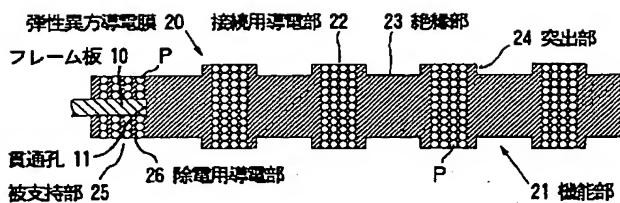
【図 2】



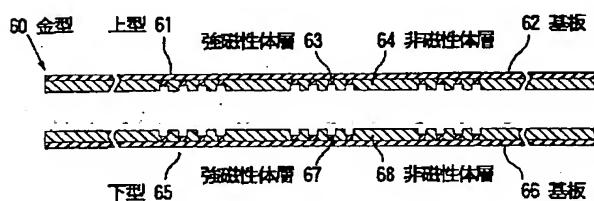
【図 3】



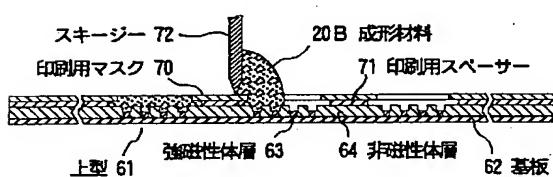
【図 4】



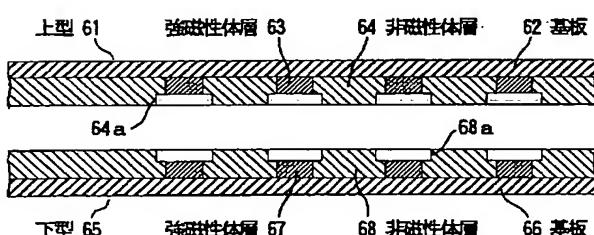
【図 5】



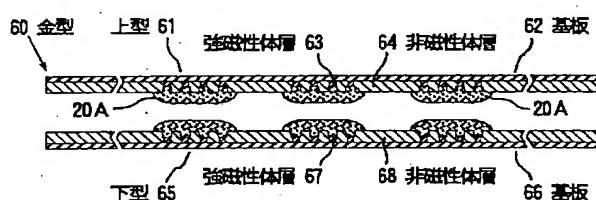
【図 7】



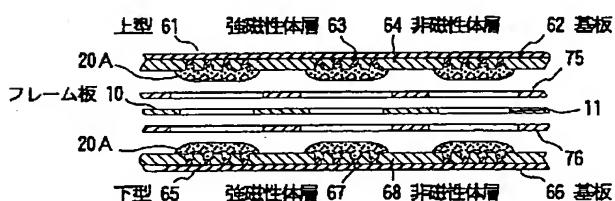
【図 6】



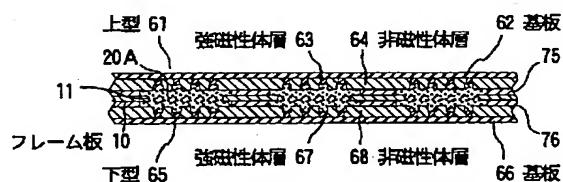
【図 8】



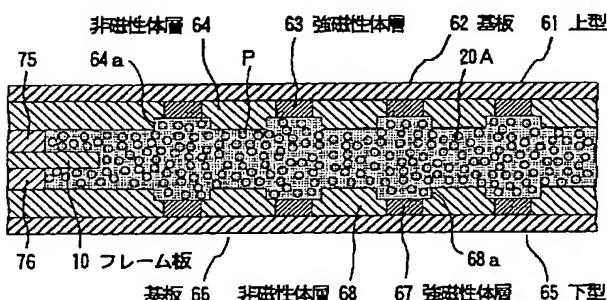
【図 9】



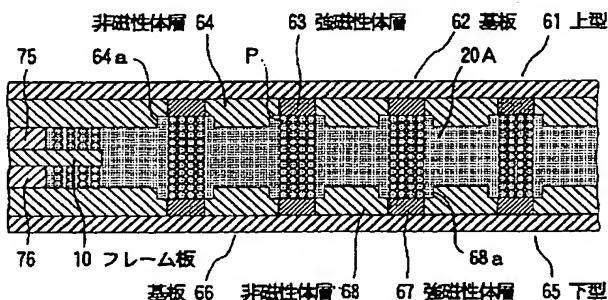
【図 10】



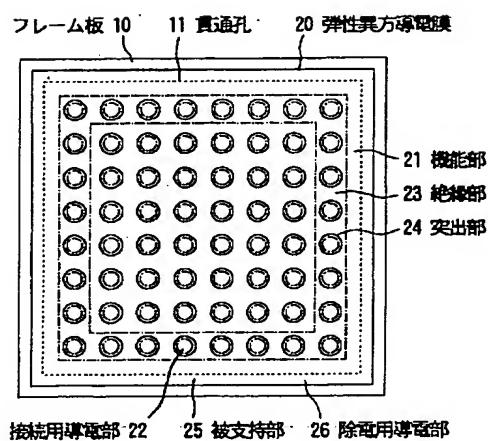
【図 11】



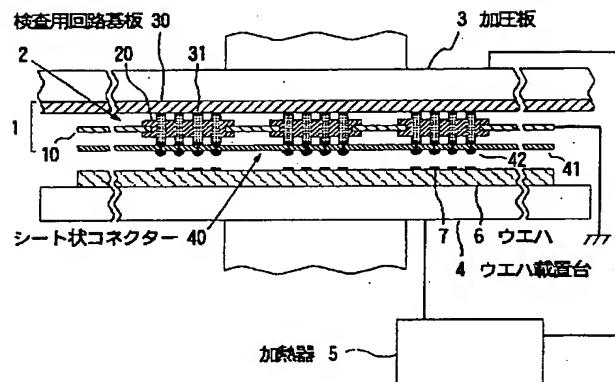
【図 12】



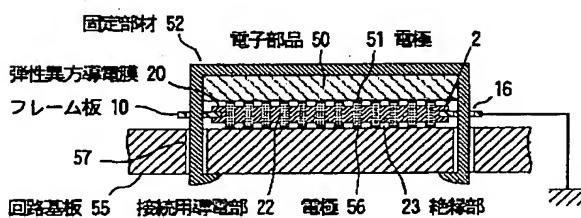
【図 1 3】



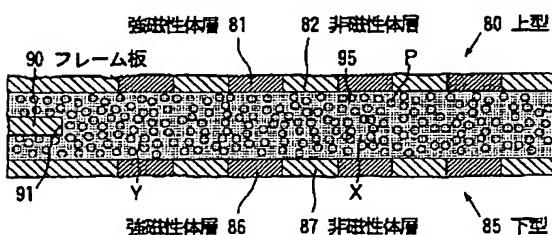
【図 1 5】



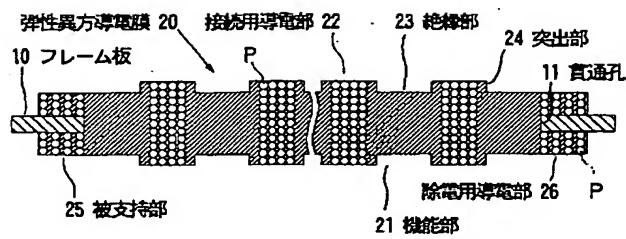
【図 1 7】



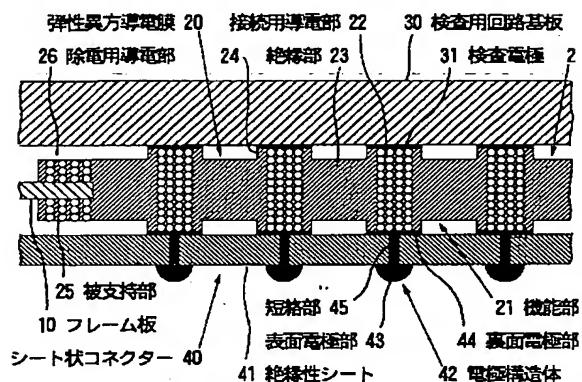
【図 1 9】



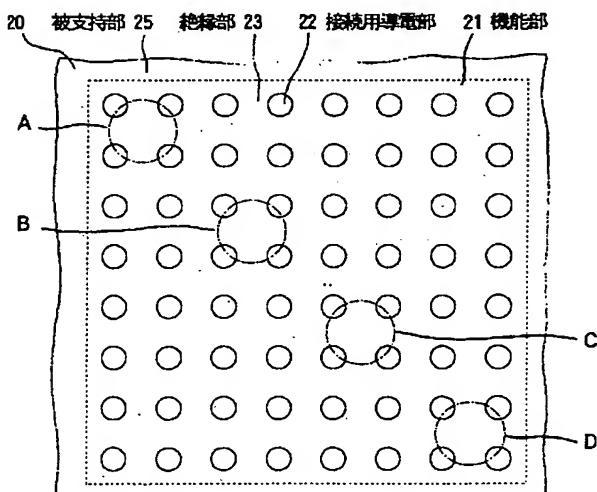
【図 1 4】



【図 1 6】



【図 1 8】



## フロントページの続き

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	マーク(参考)
H 0 1 L 21/60	3 1 1	H 0 1 L 21/60	3 1 1 S 5 G 3 0 7
H 0 1 R 11/01	5 0 1	H 0 1 R 11/01	5 0 1 C
	43/00		H

F ターム(参考) 2G003 AA07 AA10 AB01 AD01 AG03  
AG07 AG12 AG20  
2G011 AA16 AB06 AB08 AB09 AB10  
AC06 AC14 AE01 AE03 AE22  
AF07  
4M106 AA01 BA14 CA60 CA64 DJ32  
5E051 CA03  
5F044 KK01 LL09 LL13 LL15  
5G307 HA02 HB03 HC01 HC02